

Integrált Szennyezés-megelőzés és Csökkentés (IPPC)

**Referencia dokumentum az elérhető legjobb technikákról –
tömörítvény a hazai sajátosságok figyelembe vételével**

Vasfém feldolgozás

TARTALOMJEGYZÉK

1	A meleg- és hidegalakításnál alkalmazott technológiák és eljárások	5
1.1.1	Revétlenítés	5
1.1.2	Torlás	5
1.1.3	Előnyújtás	6
1.1.4	Szalaghengerlés/kézsor	6
1.1.5	Rúdhengerlés/kézsor	6
1.1.6	Durvalemez hengerlés	7
1.1.7	A hengerelt anyag szállítása az egyes hengerállványok között	7
1.1.8	Hűtősorok	8
1.1.9	Finom- és durvalemez gyártás	8
1.1.10	Durvalemez hőkezelése	9
1.1.11	Henger előkészítő üzem	9
1.1.12	Víz körforgás/kezelés a meleghengerművekben	10
1.1.13	Hulladék és melléktermék kezelés a meleghengerművekben	13
1.2	Hideghengerművek	14
1.2.1	Technológiai folyamatok	14
1.2.2	Alacsonyan ötvözött és ötvözött HR acélok pácolása	18
1.2.3	Magasan ötvözött HR acél hőkezelése (I) és pácolása (I)	20
1.2.4	Pácolt melegen hengerelt szalag hideghengerlése	22
1.2.5	Alacsonyan ötvözött és ötvözött acélok hőkezelése	24
1.2.6	Magasan ötvözött acélok hőkezelése (II) és pácolása (II)	28
1.2.7	Hidegen hengerelt szalag temperálása	29
1.2.8	Kiszerelés	30
1.2.9	A.2.2.9 Henger-előkészítő üzem	31
1.2.10	Az ipari víz és technológiai mosókádak rendszere a hideghengerművekben	32
1.2.11	Hulladékok és melléktermékek kezelése hideghengerművekben	35
1.3	DRÓTHÚZÓ ÜZEMEK	36
1.3.1	A dróthúzási technológia áttekintése	36
1.3.2	A drótrúd előkészítése	39
1.3.3	Dróthúzás	41
1.3.4	A drótdrót hőkezelése	42
1.3.5	Sorba telepített (In-line) pácolás	46
2	A meleg- és hidegalakítás jelenlegi fogyasztási és kibocsátási szintjei	47
2.1	Meleghengerművek	47
2.1.1	A tömegáramlás áttekintése	47
2.1.2	A betétanyag felületi előkészítése és kondicionálása	48
2.1.3	Újrahevítő és hőkezelő kemencék	49
2.1.4	Revétlenítés	51
2.1.5	Meleghengerlés	53
2.1.6	Henger előkészítő üzem	54
2.1.7	Olaj, zsír és hidraulikaolaj áramlás	54
2.1.8	Meleghengerműi szennyvízkezelő üzem	55
2.1.9	Hulladékok és újrahasznosításuk	56
2.1.10	Zajkibocsátás a meleghengerműben	58
2.1.11	Beüzemelés és üzemén kívül helyezés	59
2.2	Hideghengerművek	59
2.2.1	A tömegáramlás áttekintése	59
2.2.2	Alacsonyan ötvözött, ötvözött és magasan ötvözött acél pácolása	61

2.2.3	Hideghengerlés	68
2.2.4	Alacsonyan ötvözött és ötvözött acélok hőkezelése	70
2.2.5	Magasan ötvözött acélok hőkezelése és pácolása	72
2.2.6	Temperálás (alacsonyan/magasan ötvözött acélok)	73
2.2.7	Kikészítés (darabolás, ellenőrzés, csomagolás)	74
2.2.8	Henger előkészítő üzem	74
2.2.9	A hidraulika folyadékok és kenőanyagok kezelése	75
2.2.10	Hideghengerművek szennyvíz kezelő üze	76
2.2.11	Hulladékok és újrahasznosításuk	76
2.2.12	Zajkibocsátások a hideghengerművekben	77
2.3	Rúd- és dróthengermű	77
2.3.1	A tömegáramlás áttekintése	77
2.3.2	Drótrúd előkészítés	79
2.3.3	Dróthúzás	81
2.3.4	A drót hőkezelése	83
2.3.5	Zajkibocsátások a dróthúzó üzemben	87
3	A MELEG- ÉS HIDEGALAKÍTÁS ELT ELJÁRÁSAINAK MEGHATÁROZÁSÁHOZ FIGYELEMBE VEENDŐ TECHNOLÓGIÁK	88
3.1	MELEGHENGERMŰ	88
3.1.1	A nyers- és segédanyagok tárolása és kezelése	88
3.1.2	A bevitt félkész termékek felületi kezelése	89
3.1.3	Újrahevítő és hőkezelő kemencék	95
3.1.4	Revétlenítés	131
3.1.5	Torlás	132
3.1.6	Előnyújtás	134
3.1.7	Az előlemez továbbítása az előnyújtótól a készsorhoz	135
3.1.8	Hengerlés	138
3.1.9	Hűtő sorok	147
3.1.10	További lemez gyártás	148
3.1.11	Henger előkészítő üzem	148
3.1.12	Vízkezelés	149
3.1.13	A hulladék/melléktermékek kezelése és újrahasznosítása	156
3.2	HIDEGHENGERMŰ	158
3.2.1	A nyers- és segédanyagok tárolása és kezelése	158
3.2.2	Pácolás	158
3.2.3	Hengerlés	183
3.2.4	Hőkezelés	191
4	A MELEG- ÉS HIDEGALAKÍTÁS ELT ELJÁRÁSAI	193
4.1	Meleghengermű	195
4.2	Hideghengermű	201
5	A MELEG- ÉS HIDEGALAKÍTÁS KIEMELKEDŐ MŰSZAKI MEGOLDÁSAI	208
5.1	Meleghengermű	208
5.1.1	Lánghántolás és köszörülés	208
5.1.2	Újrahevítő kemence	208
5.1.3	Revétlenítés	210
5.1.4	Meleghengerlés és vízkezelés	211
5.2	Hideghengermű	217
5.2.1	Pácolás	217
6	FOLYAMATOS TŰZIHORGANYZÓ SOROK	218

6.1	ÁLTALÁNOS ADATOK NYUGAT-EURÓPA FOLYAMATOS TŰZIHORGANYZÓ SORAIRÓL	218
6.2	A FOLYAMATOS TŰZIHORGANYZÓ SOROK ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIAI ELJÁRÁSAI	218
6.3	A folyamatos tűzihorganyzó eljárások áttekintése	218
6.4	Lemez tűzihorganyzása (bevonása horgannyal és horgany ötvözetrel)	219
6.4.1	Pácolás	219
6.4.2	Zsírtalanítás	219
6.4.3	Hőkezelés	222
6.4.4	Tűzihorganyzás (ún. „galvanizálás”)	223
6.4.5	Tűzihorganyzás és hőkezelés	224
6.4.6	Utókezelések	225
6.4.7	Kikészítés	226
6.4.8	Hűtővíz körforgási rendszerek	227
6.4.9	Víz körforgási rendszerek, vízháztartás	227
6.5	A lemez alumínizálása	227
6.6	Lemez felületbevonása ólom-ón ötvözetrel	228
7	A FOLYAMATOS TŰZIHORGANYZÓ SOROK JELENLEGI FOGYASZTÁSI ÉS KIBOCSÁTÁSI SZINTJEI	230
7.1	A folyamatos tűzihorganyzó sorok tömegáramlásának áttekintése	230
7.2	Az acél tűzihorganyzása	232
7.2.1	Az acéllemez pácolása	232
7.2.2	Zsírtalanítás	232
7.2.3	Hőkezelés	233
7.2.4	Tűzi mártó horganyzás (ún. „galvanizálás”)	234
7.2.5	Tűzihorganyzás és hőkezelés	235
7.2.6	Utókezelések	235
7.2.7	Kikészítés	235
7.2.8	Szennyvízkezelés	235
7.3	Az acéllemez bevonása alumíniummal (alumínizálása)	236
7.4	Az acéllemez bevonása ólom-ón ötvözetrel	237
8	A FOLYAMATOS TŰZIHORGANYZÓ SOROK ELT SZEMPONTJÁBÓL FIGYELEMBE VEENDŐ ELJÁRÁSAI	238
8.1	Az acéllemez tűzihorganyzása	238
8.1.1	Általános tanácsok az egész üzemre nézve	238
8.1.2	Az acéllemez pácolása	238
8.1.3	Zsírtalanítás	238
8.1.4	Hőkezelés	240
8.1.5	Tűzi mártó horganyzás (ún. „galvanizálás”)	241
8.1.6	Tűzihorganyzás és hőkezelés	242
8.1.7	Utókezelések	243
8.1.8	Kikészítés	244
8.1.9	Szennyvízkezelés	244
8.1.10	Hűtővíz rendszer	245
8.2	Felületbevonás alumíniummal és ólom-ón (Terne) ötvözetrel	245
8.2.1	Nikkel bevonatképzés	246
8.2.2	Tűzi mártó horganyzás	246
9	A FOLYAMATOS BEVONATKÉPZŐ SOROK ELT ELJÁRÁSAI	247
9.1	Az acéllemez tűzihorganyzása (ún. „galvanizálása”)	249
9.2	Az acéllemez bevonása alumíniummal	251

9.3	Az acéllemez bevonása ólom-ón ötvözzel	251
10	A FOLYAMATOS BEVONATKÉPZŐ SOROK KIEMELKEDŐ ELJÁRÁSAI	253
10.1	A lemez felületbevonása	253
10.1.1	Felhordó hengeres felületbevonás	253
10.1.2	Vákuumos fémgőz lecsapatása	253
10.1.3	Passziválás Cr-mentes termékekkel	253
10.1.4	Változtatható profilú sűrített levegős lefűvatók	254
10.1.5	A „fuzzy logika” alkalmazása a sűrített levegős lefűvatók szabályozásánál	254
11	A SZAKASZOS TŰZIHORGANYZÁS	255
11.1	ÁLTALÁNOS TÁJÉKOZTATÁS A SZAKASZOS TŰZIHORGANYZÁSRÓL	255
11.2	A SZAKASZOS TŰZIHORGANYZÁSNÁL ALKALMAZOTT ELJÁRÁSOK ÉS BERENDEZÉSEK	255
11.2.1	A szakaszos tűzi mártó horganyzás áttekintése	255
11.2.2	Nyersanyag-kezelés	255
11.2.3	A horganyzási munkadarabok előkészítése	255
11.2.4	Zsírtalanítás	256
11.2.5	Pácolás	256
11.2.6	Horgany lemaratás	256
11.2.7	Öblítés	256
11.2.8	A felület aktiválása (fluxolás)	256
11.2.9	Mártó horganyzás	257
11.2.10	Kikészítés	258
12	A SZAKASZOS TŰZIHORGANYZÁS JELENLEGI KIBOCSÁTÁSI ÉS FOGYASZTÁSI ÉRTÉKEI	258
12.1	Zsírtalanítás	258
12.2	Pácolás	259
12.3	Horgany lemaratás	260
12.4	Felület aktiválás	261
12.5	I. + II. öblítés	261
12.6	Tűzi mártó horganyzás	262
12.7	Kikészítés	262
13	A SZAKASZOS TŰZIHORGANYZÁS ELT MEGÁLLAPÍTÁSÁNÁL FIGYELEMBE VEENDŐ MÓDSZEREK	263
13.1	Nyers- és segédanyagok tárolása és kezelése	263
13.2	Zsírtalanítás	263
13.3	Pácolás és horgany lemaratás	263
13.4	Öblítés	263
13.5	Felület aktiválás (folyósítás)	263
13.5.1	A felület aktiválás jellemző fajlagos fogyasztási / termelési és költség ráfordítási / megtakarítási adatai	263
13.6	Tűzi mártó horganyzás	264
13.6.1	A tűzihorganyzó kádak kibocsátási koncentráció adatai	264
13.6.2	A tűzihorganyzó kád szennyezés kibocsátási értékei	265
13.6.3	A normál minőségű és a füstmentes folyósító szer szennyező kibocsátásának összehasonlítása	265

1 A meleg- és hidegalakításnál alkalmazott technológiák és eljárások

1.1.1 Revétlenítés

Hengerlés előtt az újrahevítés során képződött, felületre tapadt revét el kell távolítani, nehogy a hengerek belenyomják azt, mint szennyeződést a hengerelt anyag felületébe (ún. „belehengerelt reve”).

Mechanikai revétlenítésnél a megtapadt revét először is kismértékű szúrással (többnyire duó állványon) megtörik, s azután fúvókákkal lefúvatják, vagy pedig mechanikai úton (kefékkel) távolítják el, amit manapság már ritkán alkalmaznak. Jelenleg a revétlenítés általánosan elterjedt módszere a megtörés és azt követően nagynyomású vízzel végzett lefúvatás. Erre a célra 120 ... 250 bar közötti (rendkívüli esetben 600 bar-ig terjedő) nagynyomású vizet alkalmaznak, melyet fúvókák juttatnak az anyag felületére. A tisztító hatás szempontjából a nyomás ütoereje (vagyis az a nyomás, amelyet a revétlenítő fúvókának a hengerelt anyag felületétől mért távolsága határoz meg) sokkal inkább mérvadó, mint magának a tápellátó rendszernek a nyomása. Az egész hengerlési folyamat során az alábbi műveleteket alkalmazzák:

- Elsődleges revétlenítés az előnyújtó előtt felszerelt és 1 vagy 2 pár, néha állítható revétlenítő fejjel ellátott ún. nagynyomású revétlenítő-vel.
- Állványba épített revétlenítés a durvalemez felett és alatt elhelyezett revétlenítő kollektorok segítségével a irányváltó állvány mindkét oldalán, a folyamatos állványok esetében pedig a bemeneti oldalon.
- A készsor bemenetén felszerelt revétlenítő a másodlagos reve eltávolítása céljából, vagyis a durvalemezen a továbbító görgősoron az előnyújtó és a készsor között képződött reve kiküszöbölésére.
- Hengerállványra szerelt revétlenítő fúvókapár az első készsori hengerállványnál [EUROFER HR].

A szálas termékeket gyártó sorok esetében a revétlenítő kollektorokat vagy fúvókás gyűrűként, vagy pedig függőleges és vízszintes elhelyezésű nyomócsövek kombinációjával alakítják ki, melyek néha az anyag keresztmetszetéhez képest állíthatók, hogy az anyag teljes felülete megfelelően revétlenítést kapjon. [EUROFER HR]

1.1.2 Torlás

A torlást rendszerint finom- és durvalemez gyártásánál alkalmazzák. A folyamatos öntőművön előállított bugák bizonyos előre meghatározott, lépcsősen változó szélességi méretekre készülnek. Ezt a szélességet a hengerelt szalagnak megfelelően meghatározott méretre kell redukálni, még pedig a lehető legkisebb ráhagyással (hogy minimális legyen a hulladék és javuljon a kihozatal). A legtöbb esetben ezt a szélesség csökkentést ún. torló állványokban (függőleges hengerállványokban) végzik – erre legutóbb még bugaprést is alkalmaztak – melyek az előnyújtó állvány előtt helyezkednek el. A szélesség csökkentés pontossága és az optimális derékszögű alakkal szemben támasztott követelmények kihatnak a végvágás során keletkező (fej- és lábvég vágási) selejt mennyiségére az előnyújtónál és a szélezésre a készsoron.

1.1.3 Előnyújtás

A szalag-, rúd- és szelvénygyártásnál az előnyújtás képezi az első, a bejövő izzó hengerlési betétanyagon végzett térfogat csökkentési műveletet. Általában véve az előnyújtó sor 1 vagy több vízszintes, vastagságot csökkentő állványból áll, melyek torló (függőleges) állványokat is tartalmaznak a szélesség beállítására szolgáló állvány előtt. A irányváltó előnyújtó állványokat néha a vízszintes állvány mindkét oldalán torlókkal látják el [EUROFER HR].

1.1.4 Szalaghengerlés/készsor

A készsor általában egy sor egymás után elhelyezett állványból áll. Az egyes állványok hengerrése lépcsőzetesen csökken a kívánt végső vastagságnak megfelelően, amelyet az előlemez egyszeri áteresztésével érnek el. A hengerállványok száma a bevitt nyersanyag (bugák) minőségétől és vastagságától függ, valamint a készre hengerelt szalag vastagsági tartományától is.

A végvágó ollókat a készsori állványok előtt helyezik el, és arra szolgálnak, hogy a nyerszalag elejét levágják, amely nyelv vagy halfarok alakú lehet. Ez biztosítja az anyag biztonságos bevezetését a készsorba, és kiküszöböli a hengerek sérülését, valamint a selejtképződést.

A legtöbb esetben az előbbieken ismertetett pótlólagos revétlenítő eszközök (revétlenítő fúvókák) is megtalálhatók a végvágó ollók és a készsor között. Néha még megtalálható itt egy pótlólagos függőleges állvány is, amely főleg a szalag megvezetésére szolgál, de esetenként kisebb mértékű szélességmódosítást is lehetővé tesz.

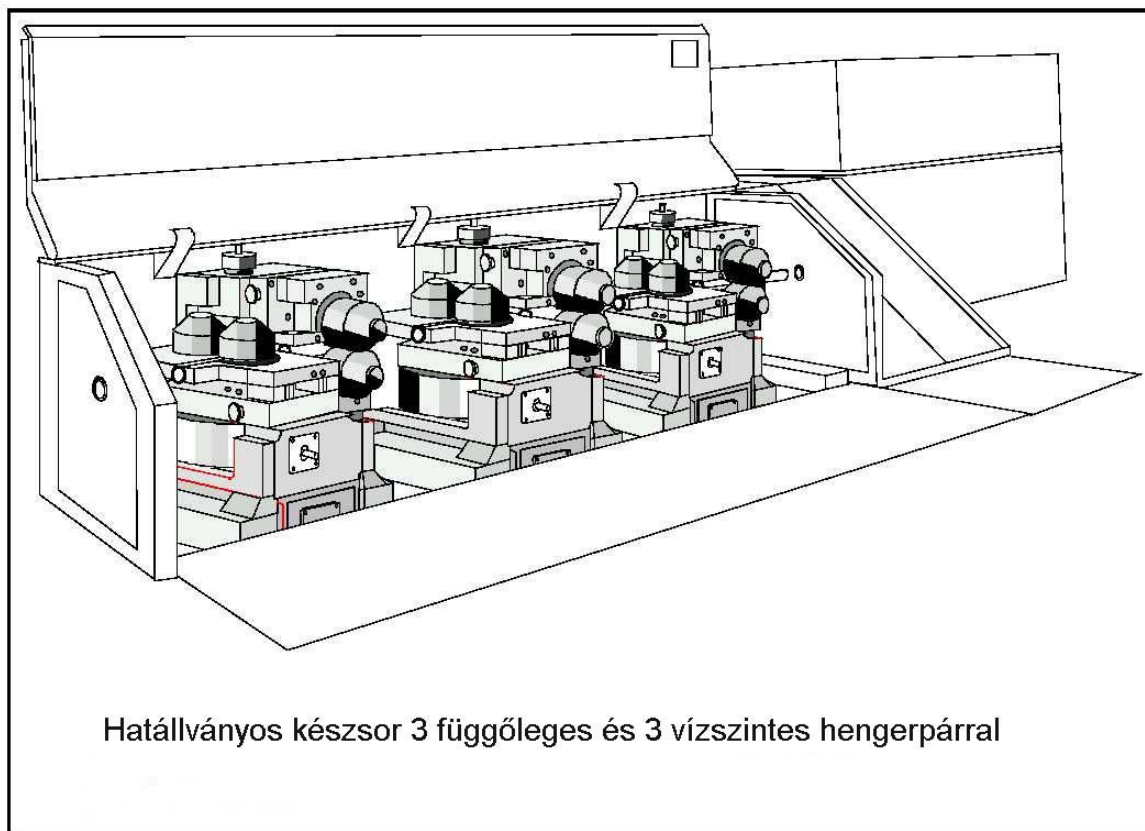
1.1.4.1 Csévélők

A 2 km, sőt még ennél nagyobb hosszúságot is elérő meleg szalagokat ún. le- (vagy néha fel-) csévélőkön csévélik fel a készsor végén, 20 m/s értékig terjedő, sőt azt is meghaladó sebességgel. A meleg szalagot különleges elrendezésű formázó görgők vezetik rá a kinyitható dobra. Kb. 3-4 menet felcsévélése után a formázó görgők felemelkednek, és a szalag ezután a nagyobb átmérőre kinyitott dobra csévélődik fel. A csévélési művelet befejeztével a dob összezáródik, és a meleg tekercset az erre a célra szolgáló berendezés a tekercskötözőbe szállítja tekercskocsi segítségével [EUROFER HR]

1.1.5 Rúdhengerlés/készsor

A rúdhengerek rendszerint 10 készlet, vízszintesen és függőlegesen váltakozva elhelyezett párból álló hengerlő blokkból áll, amint az az A.2-21. ábrán látható.

Az utolsó fokozatoknál az anyag már 100 m/s értéket is meghaladó hengerlési sebességet ér el. Az előnyújtói és közbelső hengerekhez alkalmazott anyag rendszerint edzett acél vagy öntöttvas, míg a készsori hengerek anyaga karbidos, különlegesen kopásálló acél. A rúd- és dróthengerművek szokásos kalibrálásához rendszerint egy sorozat váltakozva kerek és ovális kalibert alkalmaznak.



A.2-21. ábra: A rúd- és dróthengersiz hengerállvány elrendezése [EUROFER HR]

1.1.6 Durvalemez hengerlés

A irányváltó hengerállvánnyal végzett durvalemez hengerlés teljesen hasonló a szalag gyártásánál alkalmazott előnyújtóhoz. Itt a bugákból ún. többfokozatú hengerlési folyamat segítségével durvalemez jön létre, ahol a bugákat először is megnyújtják, majd kúpos görgők segítségével különleges görgős asztalon 90°-ra elfordítják, megnyújtják, ismét megfordítják és azután a kívánt vastagságra hengerlik.

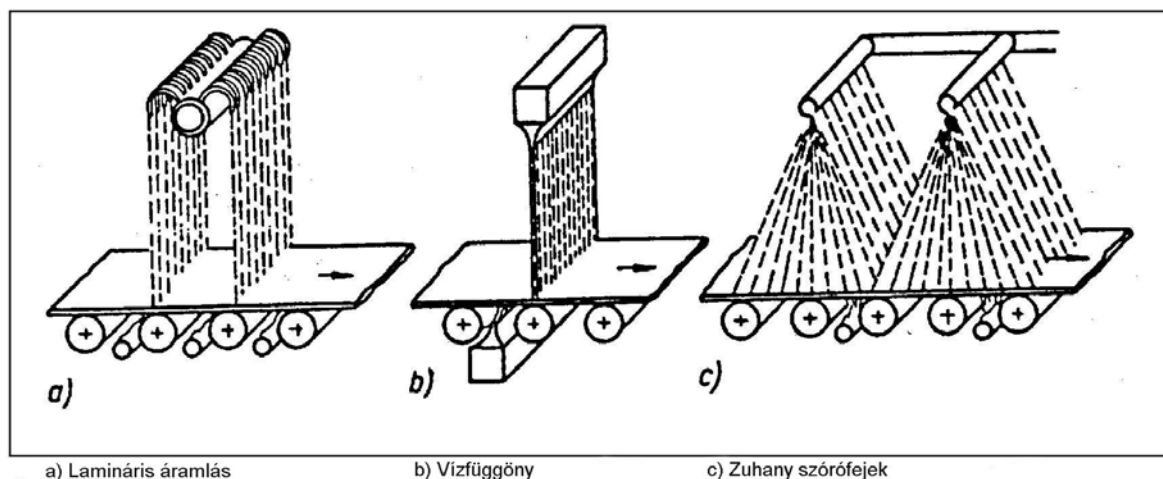
1.1.7 A hengerelt anyag szállítása az egyes hengerállványok között

A hengerelt anyag szállítása rendszerint az egész szalaghengerlő sor hosszában elhelyezett görgősorokon történik. Ezek a görgősorok üreges fémhengerekből és/vagy tömör görgőkből állnak, amelyek egyedi vagy csoportos, villamos motorból és szükség esetén hajtóműből álló hajtáshoz kapcsolódnak.

Különleges esetekben, pl. az egyes termékek súlyának növelését célzó, később végrehajtandó hengerműi korszerűsítés, vagy pedig pótlólagos berendezés beépítésekor az előnyújtó és a készsor között eleve rendelkezésre álló hely már kevésnek bizonyulhat a két folyamat szétválasztására. Ilyenkor ún. – a STELCO, Steel Company of Canada Ltd. által kifejlesztett – Coilbox berendezést iktatnak közbe átmeneti tároló eszközként. [EUROFER HR]

1.1.8 Hűtősorok

A készsoron belüli megfelelő hőmérséklet szabályozásnak az a lényege, hogy a hűtősor működtetésével lehet létrehozni az anyag kívánt mechanikai-technológiai paramétereit. Ennek során az acélt vagy vízfűvőkák, vagy vízfűgönyök vagy lamináris áramlás segítségével gyorsan lehűtik (ld. A.2-22. ábrán).



A.2-22. ábra: Különböző megoldású vízhűtő berendezések
[Tech Metal]

Manapság széleskörűen elterjedt a lamináris áramlásos hűtés használata a kifutó görgősorokon. A zuhanycsöveket (= kollektorokat) – melyek a lemez haladási vonala felett és alatt helyezkednek el – szakaszokra osztva csoportosítják, néha eltérő víz áramlási mennyiségre beállítva azokat. A kívánt hűtés utáni hőmérséklet elérése érdekében mindegyik szakasz és/vagy mindegyik zuhanycső egyedileg szabályozható. A hűtősorokat és az egyes zuhanycsöveket számítógép vezérli, míg a zuhanycsövek fő vezetékeinek a be- és kikapcsolása bonyolult matematikai-empirikus modellek szerint történik, a periférikus hőmérsékleti mérések alapján [EUROFER HR].

1.1.9 Finom- és durvalemez gyártás

A finomlemez gyártáshoz a melegen hengerelt tekercseket lecsévézők segítségével letekercselik, és hasítóorra bocsátják, amelyek a lemez kiegyengetése céljából egyengetővel vannak ellátva. A kívánt hosszúságú finomlemezt azután rakásolják és a tárolótéren tárolják [EUROFER HR].

A durvalemez gyártás a hengerlési folyamatot követően daraboláson történik. A durvalemezeket mindkét oldalukon szélezzik, a végét levágják és a kívánt hosszúságra darabolják. A különleges nyersdarabok számára a méretre vágás CNC vágóberendezésen történik (lángvágással, plazmával vagy lézersugaras fejjel). A durvalemezek anyagának belső minőségét ultrahangos eljárással állapítják meg. Automatikus működésű berendezések telepíthetők a darabolósor kifutó görgősorára is.

A kikészítési műveletek ma már a legtöbb üzemben számítógépes vezérlésűek. Az energia-megtakarítás egyik módjaként számításba jön a durvalemez sorba telepített („in-line”) edzése és hőkezelése is, az utolsó hengerlési szűrást követően [EUROFER HR].

1.1.10 Durvalemez hőkezelése

A kikészített durvalemezeket részben hőkezelésnek vetik alá. A **lágypítés** során az acélt a kritikus hőmérséklet alatti pontig hevítik a feszültségmentesítés céljából. A **normalizálás** során az acélt kritikus hőmérséklete fölé hevítik fel, s azután levegővel hűtik le. Ennek célja a szemcsék finomítása és olyan karbid eloszlás elérése, amely könnyen feloldódik, ausztenit. **Edzést, temperálást** és egyéb módszereket is alkalmaznak.

Ezeknek a céloknak az elérésére több különbözőfajta kemencét alkalmaznak, ún. léptetőgerendás típusú, görgős továbbítású vagy kocsi-val felszerelt fenékű kemencék. Ezeknek a kemencéknek a fűtő- és tüzelő rendszere hasonló a nyers tekercsek újrahevítő rendszereihez. A hőkezelő kemencék tüzelésére minden rendelkezésre álló fűtőanyag felhasználható [EUROFER HR].

1.1.11 Henger előkészítő üzem

Úgy a készsor, mint az előnyújtó sor munkahengereit és a támhengereit is jól definiált specifikáció szerint kondicionálják, a hengerlendő terméknek megfelelően. A hengerek kondicionálása a henger előkészítő üzemben történik, ahol tipikus henger megmunkálási műveleteket – ún. esztergálás és köszörülés – alkalmaznak [EUROFER HR].

A henger előkészítő üzem rendszerint a következőket foglalja magában:

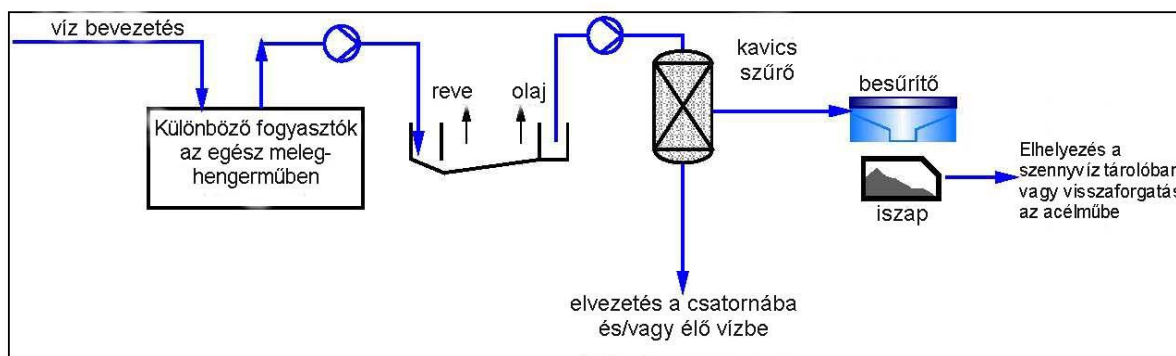
- Hűtőtér, ahol a munkahengerek vagy szabad levegőn, vagy vízpermetezéssel segítve hűlnék le.
- Előkészítő terület, ahol a csapágytökeket le- és felszerelik (egyes esetekben a henger előkészítő üzem megmunkáló gépei lehetővé teszik a hengerek szétszerelés nélküli újra-kondicionálását is).
- Tisztító terület, ahol a kondicionálendő hengereket megtisztítják a lerakódásoktól és kenőanyagtól (a tisztítási műveletek gőzfúvatásból, lúgos zsírtalanító oldat, valamint szerves oldószerek alkalmazásából állnak).

- A tipikus gépi megmunkáló eszközök közé tartoznak az esztergapadok és henger köszörülő gépek egyedi hűtőrendszerrel ellátva, ahol a hűtőfolyadékot folyamatosan kezelik annak érdekében, hogy kiválasszák belőle a forgácsot és a köszörülési poriszapot [EUROFER HR].

1.1.12 Víz körforgás/kezelés a megleghengerművekben

A megleghengerlési folyamat és a hozzá kapcsolódó technológiai lépcsők során mindenütt vizet alkalmazunk – egyrészt hűtésre, másrészt technológiai okokból. A villamos motorok, újrahevítő kemencék, kormánypultok és energiaellátó rendszerek, műszerek és a technológiai folyamat szabályozás készülékei is rendszerint közvetett hűtést kapnak. Maga az acél, a hengerek, vágó berendezések, végvágási hulladékok, csévézők és a megleghengerműi kifutó görgősor pedig közvetlen hűtést kapnak. Vizet használunk fel a reve megtörésére, eltávolítására és a továbbítására is. Ahol csak a víz érintkezésbe kerül a hengerelt anyaggal (technológiai víz) és a hengerlő berendezéssel, ott revével és olajjal szennyeződik.

A legegyszerűbb vízellátó rendszert **nyitott rendszerként** alkalmazzák (egyirányú rendszer), amint az az A.2-23 sz. ábrán látható. A vízellátás természetes forrásból (folyó, tó vagy talajvíz) származik, átáramlik a különböző megleghengerműi fogyasztókon, s utána visszakerül ismét a szabadba.



A.2-23 ábra: Példa az egyirányú vízrendszerre [EUROFER HR]

Az elszennyezett hűtő- és technológiai vizeket kibocsátás előtt összegyűjtik, és kezelésnek vetik alá. Az első kezelési lépcső ülepitő tartályból áll, amelyben a szilárd részecskék, főleg vasoxidok leülepednek a tartály aljára.

A leülepedett szilárd anyag eltávolítása megfelelő eszközökkel (kaparó, kihordó csiga, stb.) történik és – az integrált acélművekben – a melegfém útvonalán visszakerül a gyártási folyamatba. A felületre felúszott olaj szennyeződéseket megfelelő lefolyó eszközökkel távolítják el, és gyűjtőtartályba ürítik le.

Az előtisztított túlfolyó vizet csővezeték továbbítja a szűrőtelepekhez, amelyek száma, mérete és kapacitása a kezelendő víz térfogatának megfelelően kerül kialakításra a tervezés során.

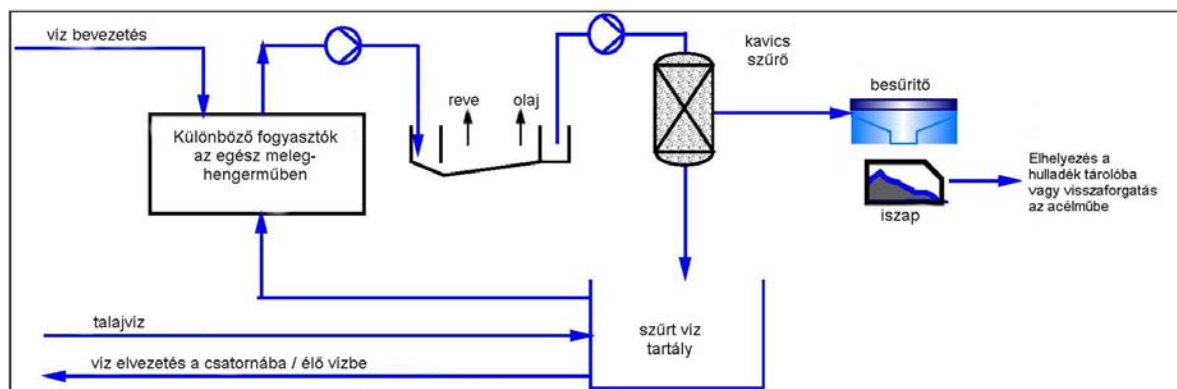
Szűrőként a legtöbb esetben kavicságy szolgál, vagyis a túlfolyó víz a kavicságyon áthaladva tisztul meg.

A kavicságy által felfogott szennyeződéseket visszamosás útján el kell távolítani ahhoz, hogy működőképes maradjon, és a szűrők megőrizze szennyeződés kiválasztási képességüket. A tisztított víz a szűrőkből a szennyvízelvezető rendszerbe és/vagy tavakba és folyókba kerül.

Az iszap tartalmú (többnyire vasoxidot tartalmazó) vizeket a szűrőtelepektől besűrítőbe vezetik. A túlfolyó vizet recirkuláltatják a tisztító körforgási rendszerben. Az iszapban lévő igen jó minőségű nyersanyagot tovább víztelenítik és deponálják, vagy visszaviszik az acélgyártási folyamatba – feltéve, hogy az ehhez szükséges műszaki berendezés rendelkezésre áll.

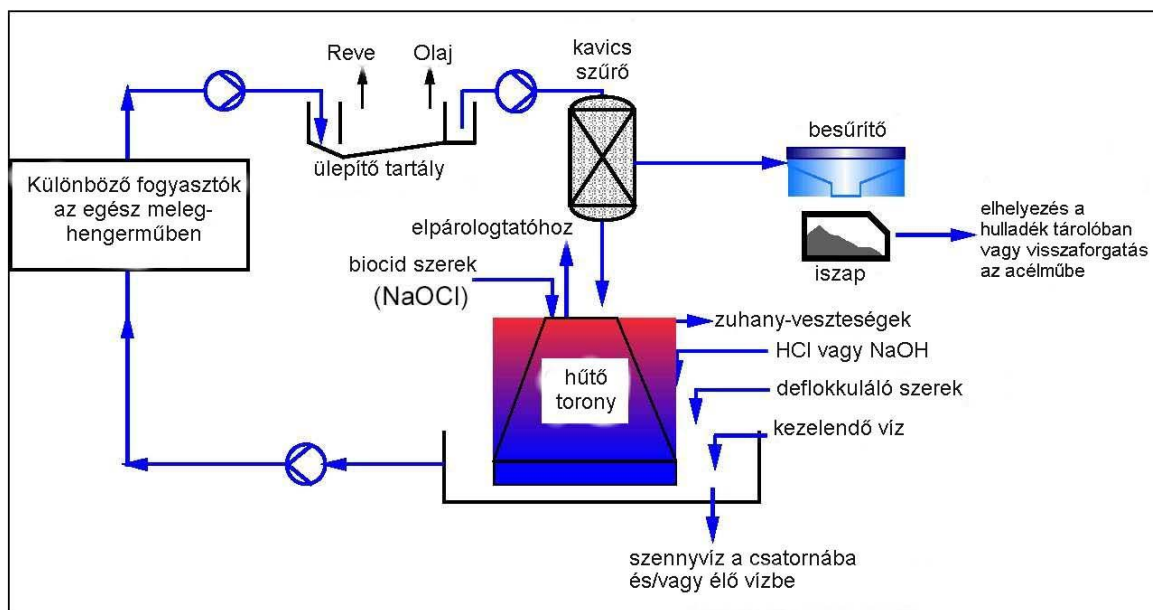
A szennyvíz közvetlen elengedésének lecsökkentése vagy kiküszöbölése érdekében a megleghengerműveknél félig zárt és zárt körforgási rendszereket alakítanak ki.

Félig zárt körforgási rendszereknél – ld. A.2-24 ábrán – a vizet kezelik, és a hőmérséklettől függően részben újra felhasználják. A vízkezelő eszközök itt ugyanazok, mint a nyitott rendszereknél, de a szűrt szennyvizet nem deponálják közvetlenül. Ehelyett átviszik a szűrt vízmedencébe, és szükség esetén összekeverik hideg friss vízzel. A kevert víz hőmérsékletétől függően a szűrt vizet visszaviszik a különböző felhasználókhoz a megleghengerműben, és csak a túlfolyó mennyiséget engedik el. Ennek megfelelően a körforgásban lévő víz mennyisége az évszakoktól, valamint a földrajzi elhelyezkedéstől függ.



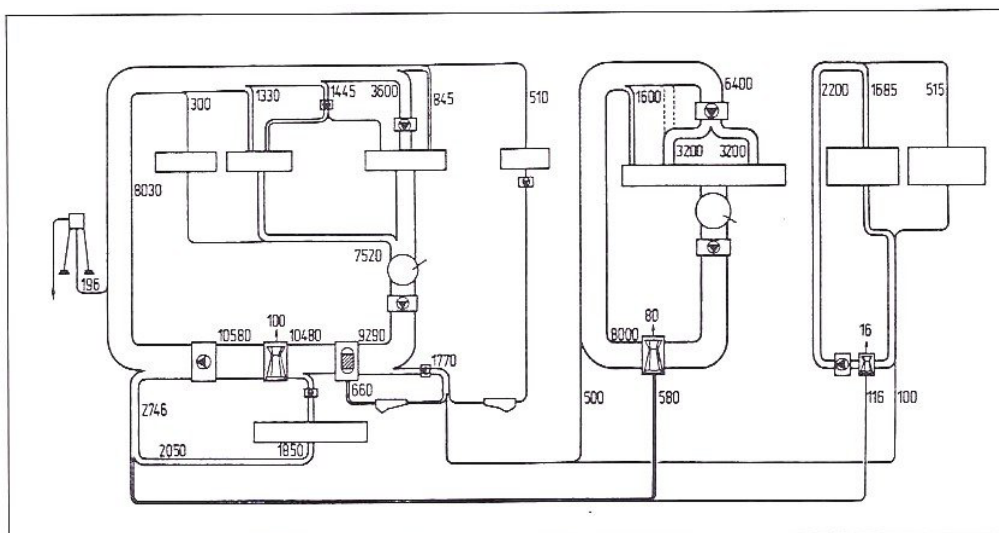
A.2-24 ábra: Példa a félig zárt vízkörforgási rendszerre [EUROFER HR]

A zárt vízkörforgási rendszernél (ld. A.2-25 ábrán) a tisztított vizet nem engedik el, hanem hűtőtoronyokban vagy hőcserélőkben újra lehűtik a kívánt hőmérsékletre, és ismét felhasználják a hengerlési technológiai folyamatban. A hűtőtoronnyal ellátott üzemekben a vízfogyasztás csak a párolgási és lefűtési veszteségek pótlásához szükséges (kb. 3-5 %) mértékre korlátozódik. Hőcserélők alkalmazásakor a visszahűtött víz igen nagy mennyiségű recirkuláltatására van szükség.



A.2-25 ábra: Példa a zárt vízkörforgási rendszerre [EUROFER HR]

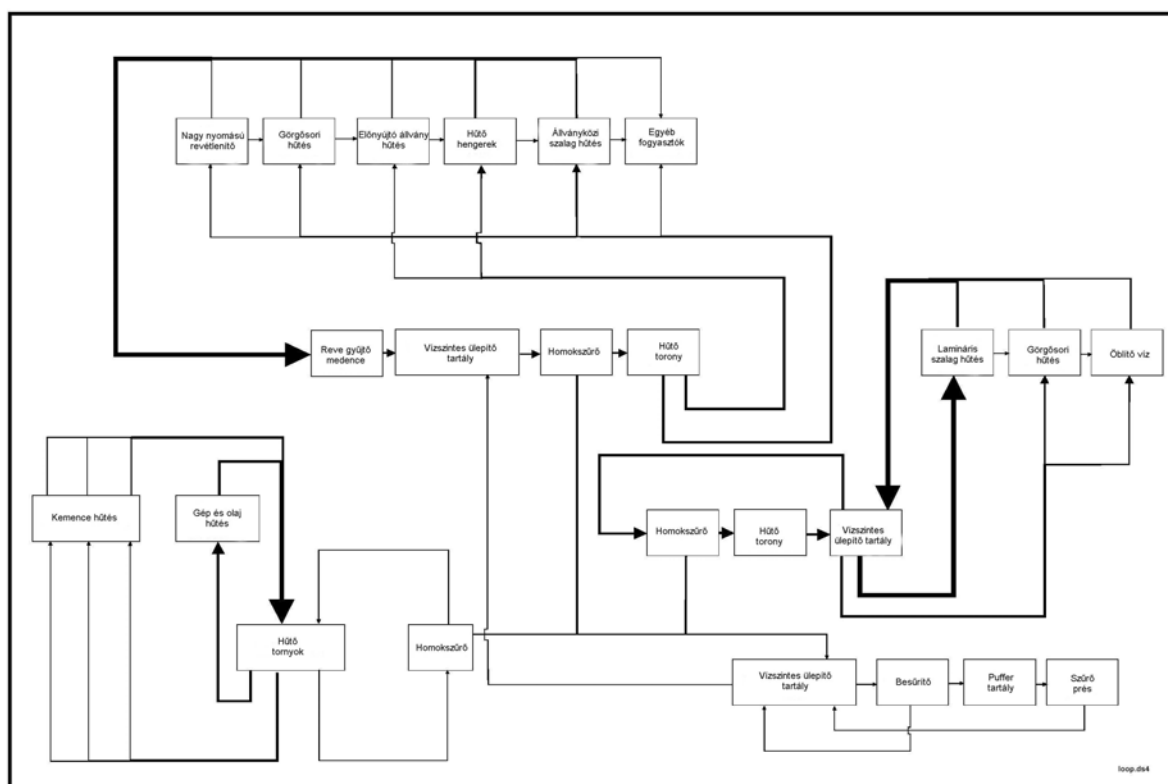
A megleghengerművekben alkalmazott ipari vízellátó és -kezelő rendszerek rendszerint nagyon bonyolultak, több, egymással részben összekapcsolt vízhurokkal és többfokozatú vízfelhasználással. A megleghengerművek egyes eseteiben a belső vízkörforgási rendszert összekapcsolják a többi vas- és acélgéártási gyáregység ipari vízellátó rendszerével – mint pl. a folyamatos acéöntőműével. Ennek az összekapcsolásnak az oka a szennyvíz tartalmakban és a berendezések egymáshoz közeli elhelyezkedésében van.



A.2-26 ábra: Vízhurokok kialakítása meleg szalag hengerműben [StuE-96-7]

Az A.2-26 ábrán egy olyan meleg szélesszalag hengermű vízkörforgási rendszerét mutatjuk be, ahol három vízhurkot alakítottak ki. Az 1. hurok 8030 m³/h mennyiséggel foglalja magában az előnyújtót, a készsort és az újrahevítő kemencét; a 2. hurok (8000 m³/h) a bevezető görgősört, a 3. hurok pedig (2200 m³/h) főleg a villamos berendezést. A hurkok oly módon kapcsolódnak össze, hogy a 2. és 3. hurok a betáplálását az 1. hurok tiszta víz oldaláról kapja. A 2. és 3. hurktól a technológiai víz az 1. hurok vízkezelő berendezésébe kerül, és a lefűtési víz is visszamehet az 1. hurok körébe.

Az A.2-27 ábrán egy másik, szélesszalag hengerműi vízkezelő berendezést mutatunk be. Az ebben az esetben kialakított hurkok a következők: újrahevítő kemencék és motorhűtés, hengerállványok és lamináris áramlásos hűtés a görgős asztali hűtással.



A.2-27 ábra: Vízhurkok kialakítása az egyik megleghengerműben [DFIU98]

Az elfolyó szennyvizek megakadályozása hurkos vagy többlépcsős vízkezelő rendszerek kialakításával már jól ismert és széleskörűen alkalmazott gyakorlat az acéliparban. A megleghengerművek nagy potenciált kínálnak a vízfogyasztás és szennyvíz kibocsátás csökkentésére, mivel ott nagy mennyiségű vízre van szükség.

1.1.13 Hulladék és melléktermék kezelés a megleghengerművekben

A szennyvízen kívül a megleghengertelés során még számos egyéb fajta szilárd és folyékony melléktermék és hulladék is keletkezik. Ezek:

- fémes hulladék és melléktermékek

- lánghántolási reve/fémrészecskék
- a lánghántolás és hengerlés során keletkezett porok
- hengerlési reve (olajmentes és olajos)
- vízkezelési és hengersori reveiszap
- hengerköszörülési iszap (henger előkészítő üzem)
- olaj és zsírok

Fémes melléktermékek/hulladékok, úm. hulladékvas, leminősült anyagok, végvágási hulladék, stb., melyek a meleghengerlés során képződnek – ezek rendszerint elég tiszták és így könnyen visszavihetők a kohászati technológiai folyamatba (pl. BOF-nél).

Olajmentes **reve** és alacsony ($< 1\%$) olajtartalmú reve, melyet közvetlenül visszavisznek a technológiai folyamatba, rendszerint az ércetömörítő üzemben. A vízkezelő üzemekben képződő olyan olajos, egészen 80% FeO_n vastartalomig terjedő vasiszapokat, mint a **hengersori olajos reve** és a **köszörülési poriszapok**, a belső visszavezetés előtt kondicionálni kell.

A revét külső felhasználónak is értékesíthetik (pl. cementgyáraknak), vagy pedig eladhatják külső cégnek kezelésre (rendszerint hőtermelés céljára, hogy égesse el annak olajtartalmát). A hőtermelő üzemek azután kb. $60\text{--}70\%$ vastartalmú terméket állíthatnak elő. Amennyiben az adott hőtermelő (elégető) üzem kb. $4,5\%$ tartalmú olajos hengersori revét kap, úgy nincs szüksége pótlólagos energiahordozó felhasználására.

A levegőtisztító berendezésekből – mint a hengersori állványok oxidjait felfogó zsákos szűrők – kapott **vasoxid porok** minden gond nélkül visszavezethetők az acélgyártási folyamatba (pl. az ércetömörítőbe).

A különböző fokozatokban felfogott **olajok és zsírok** energiahordozóként szolgálnak, és másodlagos tüzelőanyagként hasznosíthatók, pl. injektálás útján a nagyolvasztóknál, vagy a kokszgyártási folyamat során. Ennek a víztelenítés lehet az előfeltétele. Másik megoldásként ezek az anyagok a kokszoló kemencéknél használhatók fel a szén fajsúlyának növelésére a karbonizálás előtt [EUROFER HR], [Com2 HR].

A henger előkészítő üzemekből vagy más felhasználóktól kapott **elhasznált emulzió** alkotórészeire bontható: olajra és vízre. A szeparált olaj azután felhasználható hőtermelésre vagy külső újrafelhasználásra továbbítható [Com2 HR].

1.2 Hideghengerművek

1.2.1 Technológiai folyamatok

A hideghengerlés során a melegen hengerelt termékek tulajdonságait – úm. vastagság, mechanikai és technológiai jellemzők – változtatjuk meg hengerek közötti összenyomás útján, előzetes hőbevitel nélkül. Itt a bevitt feldolgozandó nyersanyagot melegen hengerelt tekercsek képezik.

A hideghengermű feldolgozási lépcsői és a feldolgozás sorrendje a kezelt acél minőségétől függ. **Az alacsonyan ötvözött és ötvözött acélok (szénacélok)** feldolgozása rendszerint ebben a sorrendben zajlik: pácolás, hengerlés, hőkezelés, temperáló/dresszírozó hengerlés és kikészítés.

A magasan ötvözött (rozsdamentes) acélok feldolgozási sorrendjében először is még a pácolás előtt kezdeti hőkezelési lépcsőre van szükség ennek az acélfajtának a keménysége miatt, valamint további hőkezelésekre, és/vagy szükség esetén a hengerlés során pácolási műveletekre is.

A hidegen hengerelt termékek főleg szalagok és lemezek (jellemző vastagságuk 0,16 ... 3 mm közötti) igen jó minőségű felületi finomsággal és pontos metallurgiai jellemzőkkel, amelyek a belőlük készítendő termékek magas követelményeinek kielégítéséhez szükségesek.

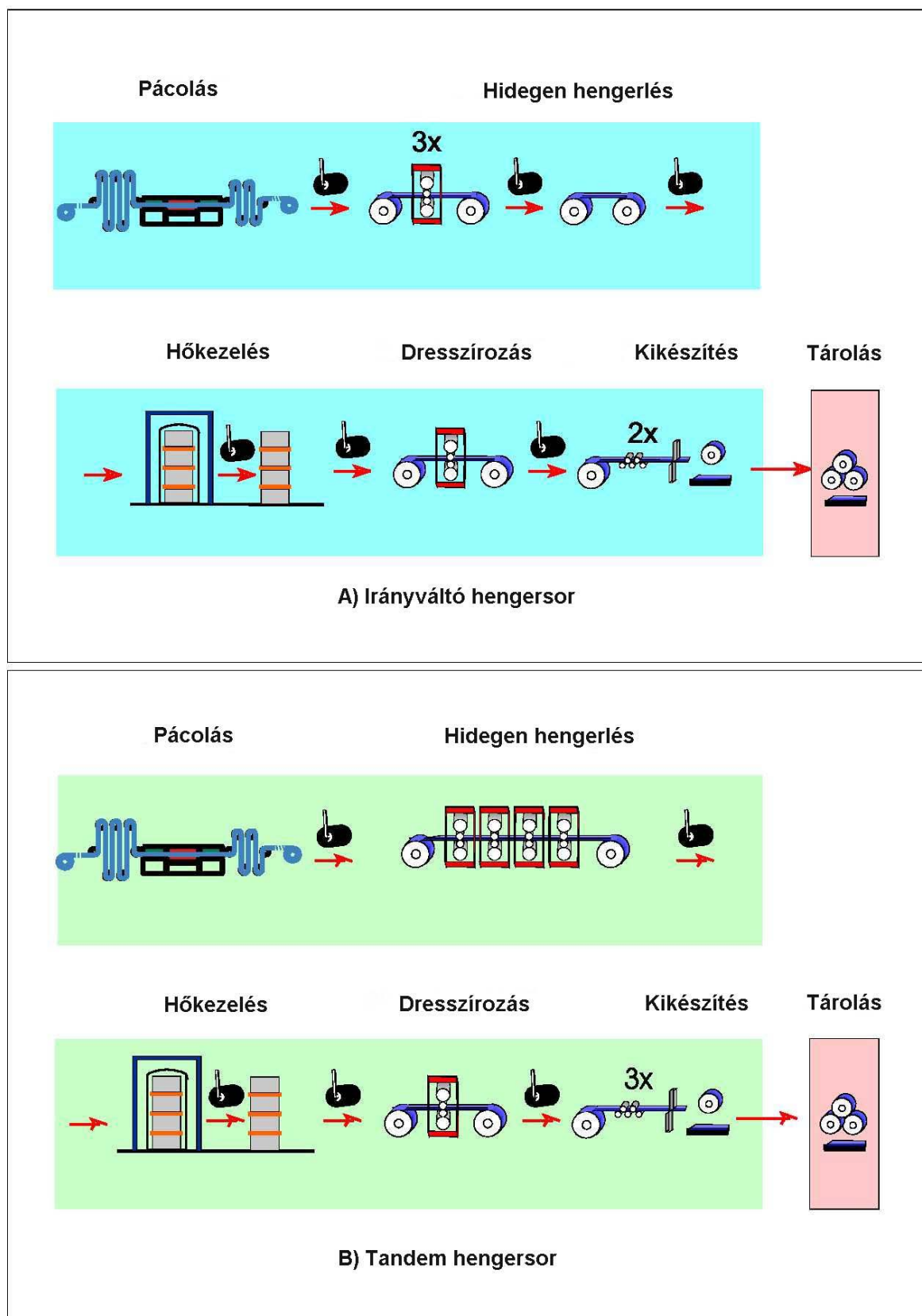
Hideghengerművek (hideg szalag hengerművek)

A hideghengerművek jellemző elrendezése az A.2-28 ábrán látható, s rendszerint a következő üzemi egységekből állnak:

- **Folyamatos pácoló sor**, ahol a melegghengerlés során képződött oxidréteget távolítják el kénsavas, sósavas vagy kevert, salétromsavból és folyóvízből álló páclével kezelve a szalagot. Esetleg megtalálható itt nyújtó-egyengető, vagy pedig a sorba épített (in-line) dresszírozó állvány is, amely a szalag alakjának javítását, valamint az oxidréteg mechanikai megtörését szolgálja.
- **Hideghengersor**, amely általában 4 vagy 5 állványos tandemsorból, vagy pedig 4 állványos irányváltó hengersorból áll. A hideghengerlés rendszerint 50 ... 80 %-kal lecsökkenti a kezdeti vastagságát a melegen hengerelt lemeznek.
- **Hőkezelő berendezések**, melyek az acélnek a hideghengerlés során bekövetkező alakítási felkeményedés folytán elvesztett jó alakíthatóságának (mélyhúzhatóságának) a helyre állítására szolgálnak.
- **Temperáló sorok**, melyek a hőkezelt anyagnak a kívánt mechanikai szilárdsági jellemzőket biztosítják (megakadályozva a Lüders-féle vonalak létrejöttét a húzás során). Itt az anyagot rendszerint enyhe dresszírozó hengerlésnek vetik alá 4 állványos dresszírozó soron. Ennek a sornak a munkahenger érdessége a hengernyomás folytán áttevődik a szalag felületére.
- **Ellenőrző és kikészítő sor**, aholis a különböző hosszúságú tekercseket összehegesztik egymással a kívánt súly elérése céljából, vagy pedig az előírt

szélességűre hasítják. A tekercseket kívánt hosszúságú és szélességű táblalemezekre is darabolják. Ugyanakkor a szalagnak a hibás részeit itt lehet leselejtezni.

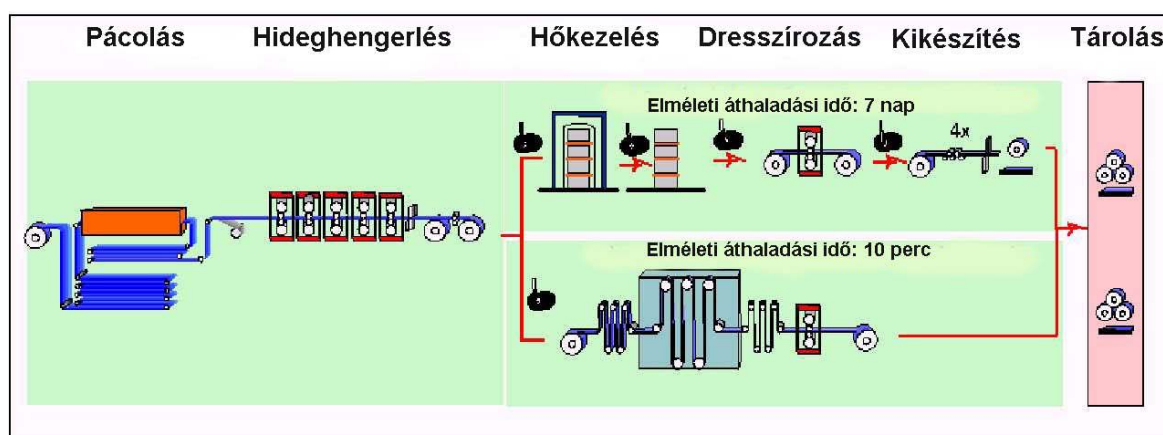
- **Tekercs- vagy táblalemez csomagoló sorok**, a rendeltetés és/vagy a szállítási kívánalmaknak megfelelően.
- **Henger-előkészítő üzem**, ahol a hideghengersorok és temperáló sorok munka- és támhengereit előkészítik a használatra.



A.2-28. ábra: Hideg szalag hengerek jellemző konfigurációi
[EUROFER CR]

Az elektrotechnikai acéllemezek gyártásánál a sor kialakítása eléggé hasonló az előzőekben leírtakhoz. Itt a hengersor rendszerint 4 állványos irányváltó hengerállványokat tartalmaz, melyeket kibővítenek oly módon, hogy elláthassák úgy a hengerlési, mint a dresszírozási feladatokat is (durva szűrés egészen 7 %-os deformációig). Magasabb Si-tartalomnál a tekercsek fej- és lábvégi tompahegesztéses végtelenítése helyett a tekercsek végeinek tűzését kell alkalmazni.

A hidegen hengerelt szalag gyártás mai műszaki irányzatai – a fokozódó piaci igények és az alternatív anyagok versenye által ösztönözve – a hatékonyság, valamint az üzemek termelékenységének növelése felé mutatnak, ami a feldolgozási idő, valamint az anyag- és energia-felhasználás minimalizálásával érhető el. Ezzel párhuzamosan csökkentik a berendezések káros környezeti hatásait is. Az A.2-29 ábrán olyan módosított üzemi koncepcióra mutatunk be példát, amely lerövidíti a hőkezelés és az azt követő műveletek technológiai időtartamát 3 ... 7 napról (hidrogén alkalmazásakor 2-3 napról) kb. 10 percre [EUROFER CR], [Com VDMA].



A.2-29 ábra: Hideghengerlési technológiai sor folyamatos hőkezeléssel [EUROFER CR]

1.2.2 Alacsonyán ötvözött és ötvözött HR acélok pácolása

A melegen hengerelt szalagok teljes felületét olyan oxidokat tartalmazó vékony réteg vonja be, amit a hideghengerlés előtt el kell távolítani. Ez sósavas vagy kénsavas pácolással történik – melynek hőmérséklete rendszerint 75 ... 95 C° között van.

Amikor a szalag vagy táblalemez pácolása megtörtént, akkor alaposan le kell öblíteni sótalanított (vagy ezzel egyenértékű minőségű) vízzel, azután pedig megszáritani. Az olajozás vagy hengerolajjal, vagy pedig korrózióvédő olajjal történik [EUROFER CR].

1.2.2.1 Pácoló sorok

A pácoló kialakítható vagy szakaszos (rendszerint a rudaknál, szálas anyagoknál vagy csöveknél), fél-folytatólagos vagy folyamatos működésű technológiai egységként, és magában foglalhat számos kezelési lépcsőt, különböző savakat tartalmazó fürdőkkel. Az alábbi technológiai leírás olyan folyamatos pácoló sorra vonatkozik, amellyel tekercs formájú acélszalagot kezelnek. Az alábbiakban ismertetett pácolási lépcsők mindegyike megvalósítható egyedi szakaszos kezelési lépcsőként is.

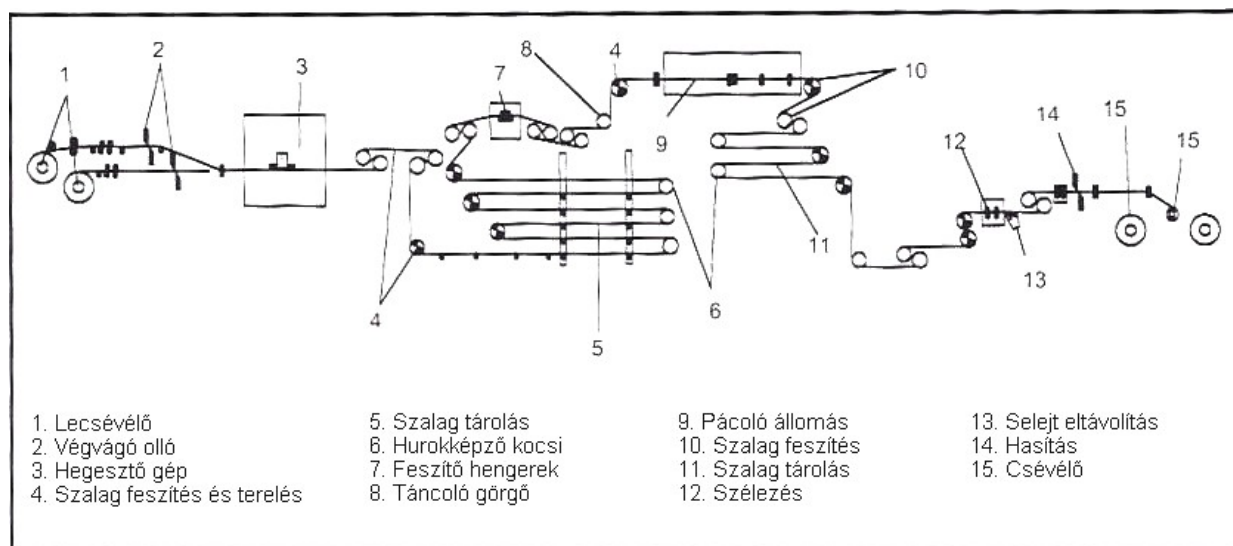
A szokásos pácoló sor a következőket tartalmazza:

- Szalag megtörés gátló berendezés a lecsévélnél az áramlási (Lüders-vonalak) megjelenésének kiküszöbölésére, a melegen hengerelt tekercs bemeneti oldalán.
- A melegen hengerelt tekercsek összehegesztése folyamatos szalaggá, a meghatározott állandó pácolási idők biztosítása céljából.
- Egyengető berendezés a melegen hengerelt szalagnak a pácoló tartályokba történő belépése előtt. A melegen hengerelt szalag síkfekvését egyengetés útján javítják, s a pácolási kapacitást pedig az egyengető reve-megtörő hatása növelheti.
- Vegyi pácolási zóna; mély vagy kis mélységű (turbulens) tartályos pácoló berendezés.
- Öblítő zóna a szalag felületén visszamaradó sav eltávolítására.
- Szalagszélező, a szabályos vágott szélek, valamint a pontos szélesség biztosítására.
- Ellenőrző pont a szalag mérettűréseinek, felületi hibáinak és kezelési maradványainak megállapítására.
- A szalag felületének olajozása (Felhívjuk a figyelmet, hogy ez esetleg elmaradhat a kombinált pácoló és hengersori kialakításnál.).

A pácolást teljesen zárt, burával ellátott tartályokból álló berendezésben végzik. Mindkét esetben a berendezésből folyamatos elszívó távolítja el a keletkező gőzöket.

A korszerű pácoló sor kialakítása külső szivattyúkkal ellátott pácoló tartályokat tartalmaz. Itt az acélszalagnak a savfürdőn történő folyamatos átvezetése helyett magát a savat szivattyúzzák körforgási rendszerben a fürdő felett elhelyezett fúvókákon keresztül. Az itt létrejövő turbulens mozgás elősegíti a pácolási reakciók lezajlását [EUROFER CR].

A nagy folyamatos pácoló sorok kapacitása elérheti a 2,4 millió tonna/év értéket is. Az A.2-30 ábra a folyamatos pácoló sorokban alkalmazott műveleti lépcsőket mutatja be [DFIU98].



A.2-30 ábra: Folyamatos pácoló sor elvi vázlata [DFIU98]

1.2.3 Magasan ötvözött HR acél hőkezelése (I) és pácolása (I)

A meleghengerléssel előállított rozsdamentes acél szalagtekercseket úgy ismerik, mint „meleg tekercsek”. Itt az acéllemez felületén a meleghengerlés során képződött oxidos reve és króm-kiválások réteg jelenléte miatt ugyancsak szükséges a hideghengerlés előtti revétlenítés/pácolás. Ezen kívül a szénacélokhöz képest ennél az acélnál tapasztalható nagyobb keménység még kezdeti hőkezelést is szükségessé tesz (I). A hőkezelési folyamat 3 részből áll, felhevítés a hőkezelési hőmérsékletre, hő-kiegyenlítés és lehűtés. A hőkezelés is kialakítható úgy folyamatos, mint szakaszos megoldására [EUROFER CR].

1.2.3.1 Hőkezelés

A **ferrites acélfajtákat** általában szorosan csévéltekercsek formájában **szakaszos hőkezelő berendezésben** hőkezelik. Az ilyen berendezések alkalmazhatók teljes felhevítésre, hőmérséklet kiegyenlítésre és lehűtési ciklusokra is. A kemence padlójára egy vagy több tekercset helyezve lefedik, s így zárt kemencekamrát alkotnak. A felhevítés történhet gáz vagy villamos fűtéssel. Semleges (nitrogén/hidrogén) gáz védő atmoszféra alkalmazása metallurgiai okokból szükséges. A ferrites acélok hőkezelése rendszerint 800 C°-ig terjedő hőmérsékleten történik [EUROFER CR].

Az **ausztenites acélok folyamatos hőkezelésénél** az acéltekercseket lecsévélik, s egy vagy több hőkezelő kemencén bocsátják át. Ezek a kemencék rendszerint tűzálló (vagy egyéb fajta hőszigetelő) béllel ellátott acél szerkezetűek, s rendszerint közvetlen gáztüzelésűek. Itt oxidáló atmoszférára van szükség olyan revéképzéshez, amely oxigénben dús és így jobb pácolást tesz lehetővé. A hulladék gázok azután a füstgáz rendszeren keresztül távoznak, természetes vagy kényszerhuzat hatása alatt. Itt a szalaghőmérsékletek jellemző értéke 1100 C°-ig terjed, ami az ausztenites acélok hőkezeléséhez szükséges. Az acél szalag ezután hűtőszakaszon halad keresztül, ahol a hűtés történhet gáz vagy levegő fúvatással,

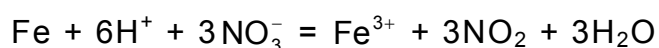
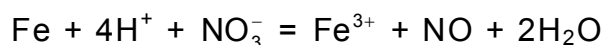
vízfecskendezéssel vagy vizes edzés útján. A folyamatos hőkezelést általában kiegészítik revétlenítő/pácoló sorral is a fentiekben ismertetett módon, ily módon folyamatos hőkezelő és pácoló sort kialakítva [EUROFER CR].

1.2.3.2 Revétlenítés és pácolás

A hőkezelés után az acélt revétlenítve olyan felületet kapunk, amely alkalmas a hideghengerlésre. Erre alkalmazható mechanikai revétlenítő eszközök a sörétszórás vagy revetörés még a vegyi pácolás előtt, melyek a nehéz reve terhelés nagy részét eltávolítják. Az ilyen mechanikai eljárásokat azonban gondosan kell szabályozni, hogy minimális legyen a szalag felületi sérülése, ami kihathat a végtermék minőségére.

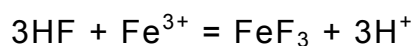
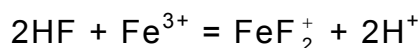
A végső reve eltávolítási folyamat, amely a felső reve réteg alatti krómdús réteg eltávolítását is magában foglalja, a salétromsav és folyosav keverékéből álló páclével történik, 70 C⁰-ig terjedő hőmérsékleten. A sav alkalmazott töménysége a feldolgozandó anyagtól függ, de rendszerint 10-18 % salétromsav és 1-5 % folyosav tartományban mozog.

A saválló acélok pácolása során lezajló vegyi reakciók összetettek, és az alkalmazott savak együttes hatására eltávolítják a keményen megtapadó reve réteget is. A pácolás során a túlsúlyban lévő (domináló) vegyi reakciót a különböző fémeknek a salétromsav általi feloldása képezi. Ezeknek a reakcióknak a melléktermékeként úgy nitrogén-monoxid, mint nitrogén-dioxid képződik. Az alábbiakban bemutatott reakciók tulajdonképpen a vasra, mint domináló fémre vonatkoznak, de hasonló reakciók zajlanak le a rozsdamentes acélban jelenlévő olyan egyéb ötvöző elemekkel is, mint a nikkel és a króm.



A keletkezett NO_x részben oldódik a savban, de amikor már az oldóképesség elérte a határértékét, akkor az NO_x gázok átmennek a gáz fázisba, és kiválnak a pácoló tartályokból. Az NO_x képződésének a sebessége a hőmérséklet növekedésével fokozódik.

Az oldódási reakció során képződő fémionok azután reakcióba lépnek a folyosavval, ami komplex fémvegyületek képződéséhez vezet.



Ennek a két reakció sorozatnak a kombinációja folytán elhasználódik úgy a salétromsav, mint a folyosav. Az optimális revétlenítési körülmények fenntartásához tehát a páclében a

reagenseket friss savak hozzáadásával folyamatosan pótolni kell. A feloldási reakciók során keletkezett vasfluorid komplexeknek korlátozódott az oldódási képessége, és ha a vas koncentrációját elengedjük 5 % (40 g/l) értékig, akkor megkezdődik a vasfluorid kiválása. Ez a kiválás idézi elő a nagy mennyiségű kemény kristályos iszap keletkezését.

A pácoló sor tervezési kialakítása itt rendszerint ugyanolyan, mint az alacsonyan ötvözött acéloknál. Azzal a kivétellel, hogy az utolsó pácoló tartályból távozó acélszalagot itt vizes mosásnak vetjük alá a savmaradékok eltávolítása céljából, majd szárítjuk, de az olajozás alkalmazása az acél saját korrózióálló tulajdonsága folytán itt szükségtelen [EUROFER CR].

1.2.4 Pácolt melegen hengerelt szalag hideghengerlése

1.2.4.1 Alacsonyan ötvözött és ötvözött acél

A pácolt melegen hengerelt rudak, lemezek vagy szalagok hideghengerlése során az anyagot irányváltó hengersoron vagy folyamatos „in-line”, vagyis a sorba telepített hengerpárok csoportjain engedjük keresztül. Az alacsonyabb keménységű alacsony széntartalmú acélokat általában többállványos tandem sorokon hengereljük, az ezeknek a hengersoroknak a magasabb kapacitása miatt. Ezek egy sor 4 vagy 6 hengeres állványból állnak. Itt a szalag belép az első állványba, ahol is megkapja a kezdeti vastagság csökkentést, majd további szűrésokat kap minden egyes azt követő állványban, egészen a végső vastagság eléréséig.

Az alacsony széntartalmú acélszalagnál 0,5 ... 4 % (közvetlen alkalmazásnál 10 ... 20 %) olajat tartalmazó vizes emulzió alkalmazása szükséges a következő okokból:

- Kenés.
- Szalaghűtés, a munka- és támhengereknél.
- A Fe részecskék eltávolítása.

A széles szalag a hengerlési folyamatok során főleg hosszanti irányban deformálódik, míg a keresztirányú alakváltozása gyakorlatilag elhanyagolható. Az anyagvastagság csökkenése egyrészt a hengerlési erő, másrészt a szalag (előre és hátra) irányuló feszítése folytán jön létre. A hidegalakítási folyamat az anyag megfelelő felkeményedéséhez vezet. A pontos tömegáramlás szabályozása (a hengererők és/vagy helyzetek szabályozása) a szalag sebességének és feszítésének lézeres szabályozása útján valósítható meg. A megfelelő síkfekvés biztosítására még járulékos automatikus szabályozó köröket is alkalmazunk (úm. hengerhajlítás, zónahűtés, stb.), hogy a szalag kívánt síkfekvését elérjük. A szalag felületének érdesítése a tandem sor legutolsó állványában történik.

Az optimális szalagfelületi tisztaság eléréséhez fontos mindenféle szennyeződés kiküszöbölése a tandem sor emulziójában, amit a hidraulikaolaj, a Morgoil-olaj, zsír vagy hűtővíz okozhat (amelyet az emulzió hűtésére használunk). A szennyeződés bejutásának teljes kiküszöböléséhez az alábbi óvintézkedések válhatnak szükségessé:

- Az olajsintek folyamatos figyelése.
- Az olajkoncentráció figyelése.
- A hidraulika berendezés és csapágycsatlók rendszeres ellenőrzése.
- Az emulzió paramétereinek figyelése, úm. hőmérséklet, pH-érték, szappanosodási mutató, savassági érték, vezetőképesség.
- A tandemsor emulziójának szűrése (ilyen eszközökkel, mint a mágneses szűrők, papírszűrők, porbetétes felületvédő folyadékszűrők).

A szalag felületének tisztítására és mindenféle szappan vagy olajmaradvány eltávolítására alkalmazható vegyi és/vagy elektrokémiai tisztítást. Erre a célra tisztítószókat telepítünk az ezután következő feldolgozó üzemek bemeneti oldalára, úm. tűzihorganyzó vagy folyamatos hőkezelő berendezések [EUROFER CR].

1.2.4.1.1 Hagyományos szakaszos hengerlés

A pácolt melegen hengerelt szalagot tekercsenként visszük be hideghengerlésre. Ez változásokat eredményez a szalag vastagságában, a sor geometriai feltételeinek megfelelően a szalag végeinek befűzésekor és a tekercs végének távozásakor.

A „tisztá hengerelt lemez” elérése céljából gyakran vékony emulziós réteget alkalmazunk max. 1 % töménységben a tandemsor utolsó állványainál. Az emulziót rendszerint fűvókákra keresztül juttatjuk fel a hengerek és a szalag felületére. Közvetlen alkalmazási rendszereknél néha magasabb töménységű emulziót is alkalmazhatnak.

A szakaszos hengerlés magas fokú technológiai rugalmasságot tesz lehetővé, amely képes figyelembe venni a termékskála változásait. Bizonyos acélminőségeknél ez a megoldás előnyös lehet [EUROFER CR].

1.2.4.1.2 Folyamatos hengerlés

A lehető legszűkebb vastagsági tűrések, maximális teljesítmény és optimális termelékenységi mutatók eléréséhez a tandemsor elé beiktatható egy sekély pácfürdő, turbulens áramlásos tartály, kibővíthető egy állvánnyal. Rendszerint ugyanilyen jó eredmények és a kapacitás növelése érhető el egy akkumulátor és egy hegesztőgép alkalmazásával is a tandemsor előtt. A hegesztőgép és az akkumulátor alkalmazása lehetővé teszi az egyes tekercsek végtelenítését és folyamatos betáplálását a hengersorba.

A tandemsoron a belépő pácolt melegen hengerelt szalag vastagságát lecsökkentjük a kívánt végső vastagsági értékre egyszeri áteresztéssel. Több különálló emulziórendszer telepítése útján az utolsó állványnál különleges emulzió is alkalmazható a tisztaság növelése céljából. Erre a célra vagy valamilyen detergens, vagy pedig híg (1 % olajat tartalmazó) emulzió alkalmazható.

A folyamatos hengerlés a szalag vastagságának jó szabályozását teszi lehetővé a szalagok végeinél, valamint jó felületi minőséget is. Ennek előnyös hatása lehet az anyagkihozatalra is. Ezen kívül lehetővé teszi még az olaj fogyasztásának optimalizálását is [EUROFER CR].

1.2.4.2 Magasan ötvözött acél

Az előzetes hőkezelés és pácolás után az acélt általában irányváltó sokhengeres állványból álló sorokon hengerlik ki a kívánt vastagságig egy sor szúrással, amíg a kívánt méreteket el nem érik, vagy amíg az alakítási felkeményedés ismételt hőkezelést nem tesz szükségessé.

A hideg redukció folyamata hőt termel, melynek egy részét felveszi a hengerolaj, amelyet az acélszalag és a hengerek felületére eljuttatunk fűvókákkal hűtés és egyúttal kenés céljából. Ez a hő azután hőcserélőkön keresztül átadódik a hűtővíz rendszernek.

Hengerolajként rendszerint ásványolajokat használunk, és az optimális teljesítmény eléréséhez szigorúan szabályozni kell az olaj tisztaságát. Ez olajsűrű körök alkalmazásával érhető el, amelyek valamilyen közegből készült elemes szűrőket, vagy pedig porbetétes felületvédő folyadéksűrű készülékeket foglalnak magukban. Bár az ásványolaj használata terjedt el túlnyomórészt, azért alkalmazhatók a szénacéloknál használatoshoz hasonló emulziós hűtőrendszerek is. Ilyen esetekben pótlólagos intézkedésekkel kell biztosítani az olaj tisztaságát a szalag felületi hibáinak kiküszöbölése céljából.

A hengersorok páraelszívó burákkal vannak ellátva, és folyamatos elszívás mellett üzemeltetve eltávolítják a képződött olajködöt [EUROFER CR].

1.2.5 Alacsonyan ötvözött és ötvözött acélok hőkezelése

A hőkezelési technológia alapvető fokozatai a következők:

- Felhevítés a hőkezelési hőmérsékletre (650 C° fölé).
- Hőkezelési hőmérsékleten tartás.
- Lehűtés.

Ez a hőkezelési folyamat vagy szakaszos, vagy folyamatos kemencékben zajlik le. A hőkezelési ciklus jelentős befolyást gyakorol a termékek mechanikai szilárdsági jellemzőire – és következésképpen az acélszalag alakíthatóságára is. A hőkezelési ciklus szabályozásának fő paraméterét a hőmérsékleti profil képezi. Ez attól függően változik, hogy a hőkezelést folyamatos vagy szakaszos kemencében végezzük-e, továbbá függ a termék elérni kívánt szilárdságától vagy keménységétől is. A hőkezelési ciklus számos paramétertől függ,

beleértve a tényleges anyagösszetételt, a hideghengerlés során alkalmazott redukciót, a termék elérni kívánt mechanikai szilárdsági jellemzőit és az előírt felületi tisztaságot, a védőgáz típusát, stb.

A folyamatos és szakaszos hőkezelést egymást kiegészítő technológiai folyamatának tekintjük, nem pedig egymással teljes mértékben felcserélhetőnek. A gyártással kapcsolatos kérdések a szükséges hőkezelési eljárás kiválasztásának elválaszthatatlan részét képezik.

1.2.5.1 Szakaszos hőkezelés

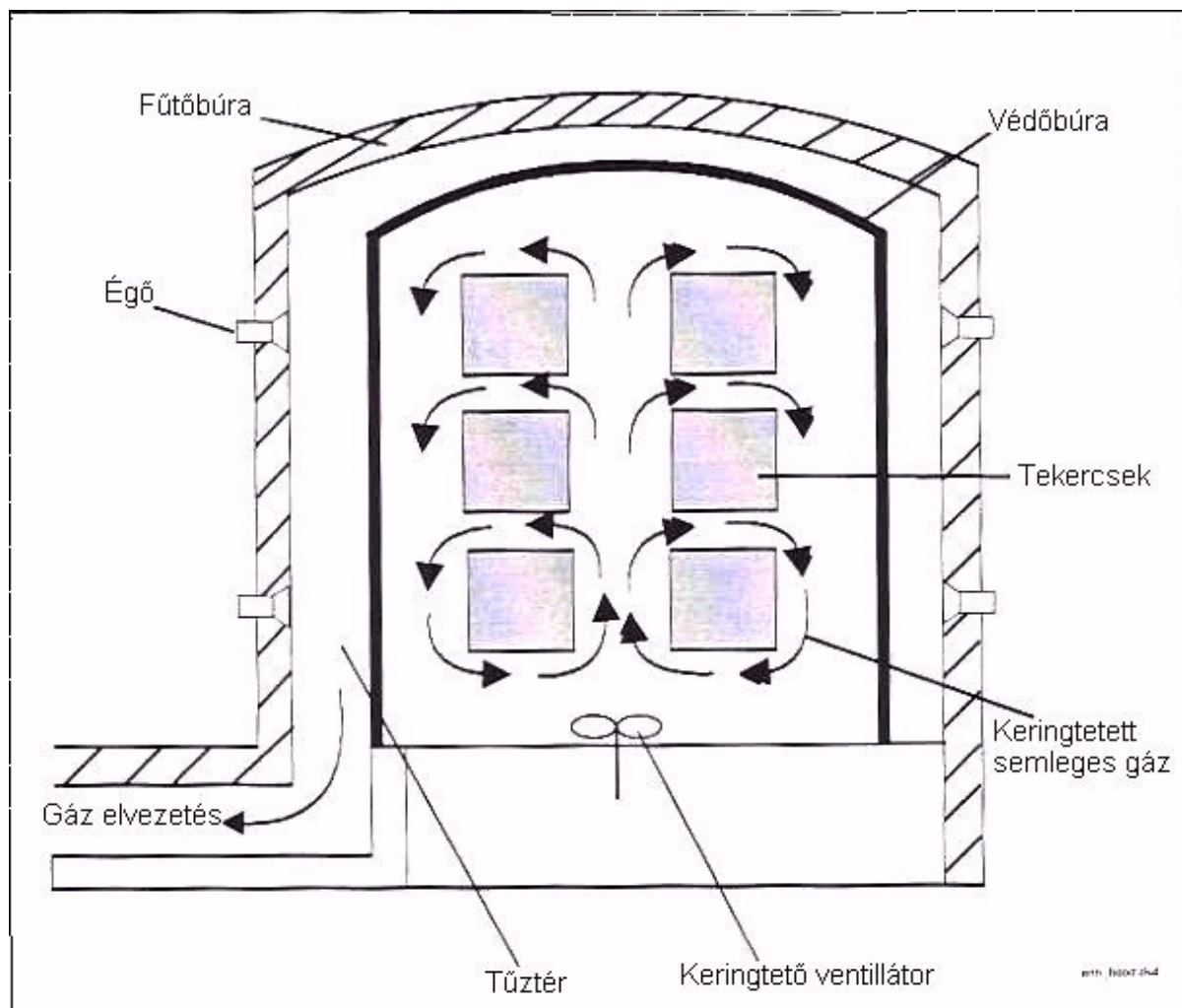
1.2.5.1.1 Lúgos zsírtalanítás/tisztítás

A hőkezelési folyamatot megelőzően a szalagot tisztítani (zsírtalanítani) kell, hogy tiszta felületet kapjunk. A tisztítás azt a célt szolgálja, hogy eltávolítsuk az összes olajmaradványt az acél felületéről. Ez a technológia hasonló a savas pácolásnál alkalmazotthoz, kivéve a felhasznált vegyszert. A leggyakrabban alkalmazott tisztítószeres foszfátok, lúgos szilikátok, nátronlúg és szódahamu. Egyes esetekben elektrolitikus tisztítást és kefézést is alkalmaznak a finom vasrészecskék eltávolítására a szalag felületéről.

A folyamat során az acélszalagot a tekercsből lecsévéljük és olyan tisztítótartályokon vezetik keresztül, amelyek a tisztító hatás fokozása céljából még keverővel is rendelkezhetnek. Ezt követően az acélszalag vizes mosást kap, majd újra felcsévéljük. A zsírtalanító oldat azután regenerálható és visszavezethető a folyamatba.

1.2.5.1.2 Hőkezelés

A hidegen hengerelt felcsévélte szalagot lágyítás céljából harangkemencében egymásra rakják (ld. A.2-31 ábrán). A fűtőkamrában (amelyet a fűtőeszköz és a védőbúra közötti térképez) olaj- vagy gáztüzelésű égők helyezkednek el. A hő a védőburán áthaladva jut abba a térbe, ahol az acélszalag tekercseket egymásra rakták. Keringtető ventilátor gondoskodik a hőmérséklet minél egyenletesebb eloszlásáról. A hagyományos üzemekben alkalmazott atmoszféra rendszerint HNX gáz (nitrogén-hidrogén keveréke, a lobbanásponti határhoz közel álló hidrogén tartalommal). Az atmoszféra lehet 100 % H_2 gáz is, amint azt a magas konvekciójú kemencék egy részénél a munkaciklusban alkalmazzák.



A.2-31 ábra: Harang típusú hőkezelő kemence vázlatos rajza [DFIU98]

A hő a tekercsekbe a külső részén keresztül hatol be, miáltal a tekercseknek ez a része mindig nagyobb hőmérsékletű, mint a belső menetek, különösen a felfűtés során. A hőkezelés folytán az emulzió szerves maradványai részben leégnek; részben desztillációs folyamat zajlik le. A lezajló reakciók termékei CO/CO_2 , H_2 , FeOx és CH_4 . A folyamat során az acélszalagot felhevítjük az újrakristályosodási hőmérsékletre és kb. $700\text{ }^\circ\text{C}$ -on hőkezeljük, ami a hidegen hengerelt acélszalag teljes újrakristályosodását eredményezi. A tekercsek lehűtése a fűtőburák eltávolításával történik. A lehűlés gyorsítható oly módon, hogy vizet fecskendeznek a védőburára; lefedve azt hűtőharanggal, valamint levegő ráfúvatással, vagy hűtő megkerülő rendszer alkalmazásával, ami a védőbúra alatti védő atmoszférát hűti. A hőkezelési folyamathoz szükséges idő a hőkezelési hőmérséklettől és a betét súlyától függően 2 ... 7 nap lehet.

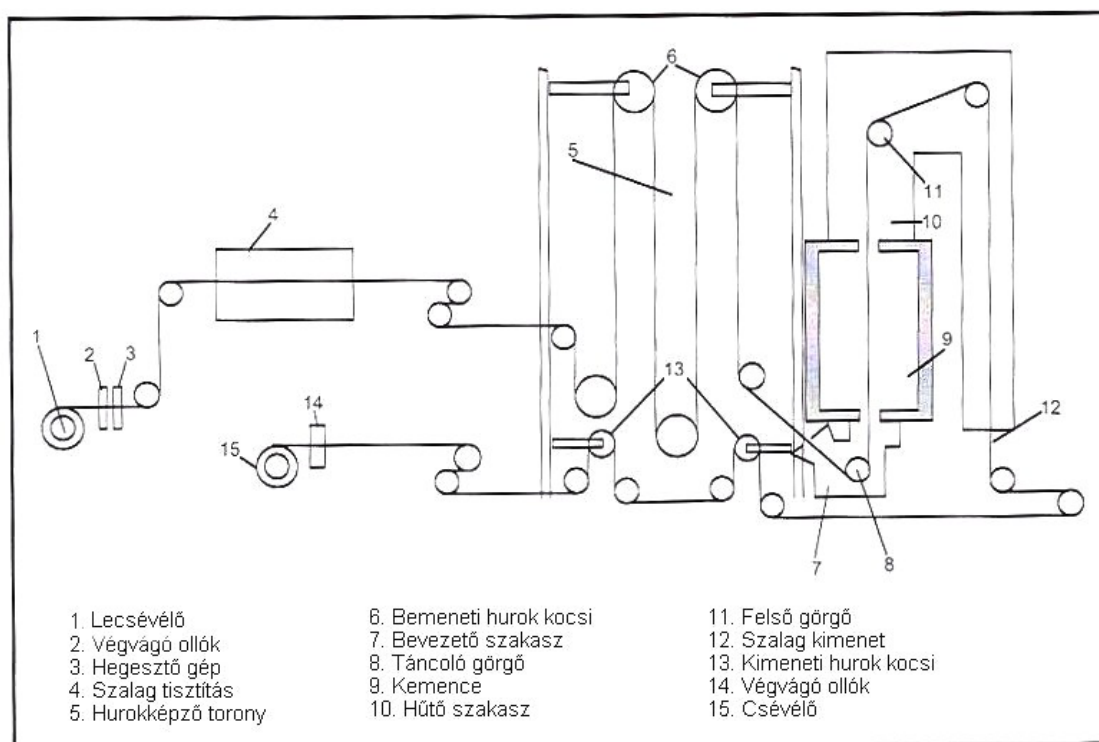
Az ilyen típusú kemencékben végzett hőkezelés igen lassú, s emellett még a lehűlési sebesség sem megfelelő egyes acélfajtához. Ezért fejlesztették ki a 100 % hidrogén atmoszférában végzett hőkezelési eljárást, amely rövidebb hőkezelési időt és gyorsabb lehűtést tesz lehetővé.

1.2.5.2 Folyamatos hőkezelés

A folyamatos hőkezelési eljárásnál a tekercsvégeket összehegesztik az üzem bemenő oldalán, majd az alábbi technológiai kezelési lépéseknek vetik alá:

- A szalagok felületének lúgos/elektrolitikus tisztítása.
- Felhevítés és az előírt hőkezelési hőmérsékleten tartás.
- Lehűtés (lassú sugaras hűtés, gyors gázugaras lehűtés (egészen 150 C°/s lehűtési sebességig), forróvízes lehűtés (HOWAQ), túlóregítés, hengeres lehűtés, végső lehűtés, ködsugaras lehűtés).

A folyamatos hőkezelés során az acélszalagot többzónás, hevítő kamrákkal ellátott kemencéken, hőkezelő kamrán, hűtőzónán, temperáló zónán és egy második lehűtő zónán viszik keresztül. A felfűtési hőmérséklet tartomány 650 ... 830 C°, azután a szalagot gázugarakkal, gáz-víz kétközeges fűvőkákkal, kontakt hengerekkel vagy vízbe mártással lehűtik – a kívánt metallurgiai jellemzőknek megfelelően. Ezeknek a kemencéknek a fűtése rendszerint (közvetlenül vagy közvetett módon) gázzal vagy villamos fűtőelemekkel történik. Az acél védelme biztosítható semleges gáz atmoszférával, vagy pedig redukciós gáz atmoszférával is a kemenceterekben. A folyamatos hőkezelési eljárás elvi üzemi fokozatait az A.2-32 ábrán mutatjuk be.



A.2-32 ábra: Példa a folyamatos hőkezelő kemence kialakítására [DFIU98]

A folyamatos hőkezelés rövidebb (kb. 10 perces) technológiai kezelési időt tesz lehetővé, kevesebb közbelső tárolással, egyenletes mechanikai szilárdsági jellemzőkkel és jobb felületi tisztasággal. A folyamatos hőkezelés jóval alkalmasabb a magas szilárdsági követelményeket kielégítő acélok előállítására. A kemence megfelelő elrendezése lehetővé teszi a távozó füstgázok energiatartalmának visszanyerését is.

1.2.6 Magasan ötvöztött acélok hőkezelése (II) és pácolása (II)

1.2.6.1 Zsírtalanítás

A végső hőkezelési eljárás előtt szükségessé válhat az acélszalag zsírtalanítása az esetleges szennyeződéseknek az acél felületéről történő eltávolítása céljából. Ez végezhető lúgos alapú tisztító rendszerekben is, amelyek a folyamatos hőkezelő sorok bemeneti oldalán telepíthetők.

A folyamat során az acélszalagot lecsévélik, és egy sor tisztító oldatokat tartalmazó tartályon vezetik keresztül. A tisztítási folyamatot rendszerint az oldat keringtetésével gyorsítják meg. Ezután az acélszalag vizes mosáson megy keresztül. A végső mosási fokozatban sótalánított víz alkalmazható [EUROFER CR].

1.2.6.2 Hőkezelés

A végső hőkezelés és pácolás technológiai folyamatának alkalmazását a kívánt felületi minőség elérése teszi szükségessé. Erre jó példa az EN szabvány „2R” felületi minőségi előírása, amely fényes hőkezelt felületet ír elő, és a „2B”, amelynél fényes hőkezelt és pácolt felület szükséges.

A fényes hőkezelt felületet általában villamos fűtésű vagy gáztüzelésű kemencével érik el semleges, nitrogén és/vagy hidrogén védőgáz atmoszférában. Úgy a szakaszos, mint a folyamatos hőkezelésnél alkalmazható ez az eljárás. Az acélszalag felületét zsírtalanítani kell az elszíneződés megakadályozása céljából.

A „2B” minőségű anyagnál a felületet általában folyamatos hőkezelő és pácoló soron kezelik. A kemence kialakítása és működése általában hasonló a korábban ismertetett meleg szalag tekercsek hőkezeléséhez. Az acélszalagot itt is lecsévélik és egy vagy több kemencén vezetik keresztül, amelyek rendszerint gáztüzelésűek. A hőkezelés oxigénben dús atmoszférában zajlik le. Ez azért szükséges, hogy a kemencében keletkező reze olyan összetételű legyen, ami könnyen eltávolítható a technológiai sorban később következő vegyi pácoló eljárás során.

1.2.6.2.1 Pácolás

A meleg szalagoknál korábban ismertetett revétlenítéssel ellentétben itt a mechanikai revétlenítési megoldások nem alkalmasak ennek a revének az eltávolítására, mert olyan sérüléseket okozhatnak az acéllemezek felületén, amelyek azután a hidegen hengerelt szalag

végtermék felületén is megjelenhetnek. Ezért itt már csak vegyi pácolást alkalmaznak. Ez ugyanúgy történik, mint a fentebb ismertetett meleg szalag pácolásnál.

A magasan ötvözött acél revéje azonban – az ötvöző elemek oxidjainak jelenléte miatt – nem mindig távolítható el egyszerű savas pácolási lépcsőben. Ezért itt szükségessé válhat kiegészítő vagy előzetes kezelési lépcső alkalmazása is. Ezek magukban foglalhatnak előzetes reve eltávolítást kezdeti elektrolitikus revétlenítéssel (pl. nátrium-szulfát alkalmazásával) amely a kevert savas szakaszok előtt helyezkedik el. Ezek a berendezések általában semleges sókkal vagy savakkal, mint elektrolittal működnek. Itt érdemes fontolóra venni az elektrolitikus kezelési eljárás, mint előpácolási rendszer alkalmazását, mivel a kielégítő pácolás nem valósítható meg csak ezzel az egyetlen kezelési szakasszal. A szükséges kevert savas szakasz hossza (és ennél fogva a savfelhasználás és a velejáró környezeti gond) azonban jelentősen lecsökkenthető. Továbbá, az elektrolitikus és kevert savas eljárás együttes alkalmazása még jobb felületi minőséget is eredményezhet [EUROFER CR] [Com2 CR].

1.2.7 Hidegen hengerelt szalag temperálása

1.2.7.1 Alacsonyan ötvözött és ötvözött acél

Hőkezelés után az acélszalag felületi finomságát és a mechanikai szilárdsági jellemzőit a vevő igényeinek megfelelően módosítjuk. Ez temperáló hengerléssel történik, amely abból áll, hogy a szalagot könnyű hengerlési szúrásnak vetik alá 0,3 és 2 % közötti vastagság csökkentéssel. Temperálás előtt a szalag hőmérsékletének 50 C° alatt kell lennie.

A temperáló hengerlés temperáló hengerson történik, amely rendszerint egy vagy két négyhengeres állványból áll, bár léteznek kéthengeres vagy hathengeres állványok is. Az ónozott lemez gyártása rendszerint két négyhengeres állványban történik. Ezeknek a hengerállványoknak a hengerei rendkívül precíz felületi finomsággal készülnek annak érdekében, hogy meg tudják adni a szalag felületének a végső finomságát még a sorban, a késztermék kívánt végfelhasználási igényeinek megfelelően. A temperálás egyúttal javítja a szalag síkfekvését is.

A hengerlési szennyeződéseknek a szalag felületéről történő eltávolítása céljából tisztítószerket (nedves temperáló hengerlési szereket) lehet alkalmazni a temperálás során. A hengereknél alkalmazható kefék tisztítás is mechanikai polírozó berendezéssel, és a hozzá tartozó extrakciós rendszerrel kiegészítve [EUROFER CR].

1.2.7.2 Magasan ötvözött acél

A szénacéloknál alkalmazott technológiai sor felépítéséhez hasonlóan itt is temperáló vagy dresszírozó állvány zárja le a sort annak érdekében, hogy az acélszalag kívánt felületi finomságát elérjük. Ez a hideghengerlési kezelés, minimális (2 %-ig terjedő)

vastagságcsökkenés mellett általában szárazon történik olaj hozzáadása nélkül a hűtővízhez. A temperáló hengersor rendszerint egy vagy két négyhengeres állványból áll, precíziós köszörülésű hengerekkel ellátva.

1.2.8 Kiszerezelés

A kiszerezelés a tekercsek különböző szélességű szalagokká hasításából, valamint a szalagok keresztirányú, táblalemezzé darabolásából áll. Ide tartoznak még olyan kiegészítő műveletek is, mint az egyengetés, mintavétel, olajozás és feliratozás. Általában véve az itt alkalmazott megoldások teljesen hasonlóak úgy az alacsonyan ötvöztött, mint a magasan ötvöztött acéloknál, a rozsdamentes acéloknál azonban az olajozás szükségtelen.

A kiszerezelés technológiai folyamata az alábbi műveletekből áll össze:

- Méret ellenőrzés (szélesség, vastagság és hosszúság).
- A felületi hibák ellenőrzése és eltávolítása.
- Mintavétel a mechanikai szilárdsági és technológiai jellemzők, valamint a szalag felületi érdességének és a felületen a hengerkopásból visszamaradó részecskék, továbbá karbon maradványok megállapítása céljából (statisztikai mintavétel).
- A tekercsek szélezése a pontos szélességi méretre.
- A szalagok egyengetése az optimális síkfekvési értékre.
- A szalagok felületének olajozása elektrosztatikus olajporlasztó gépekkel, vagy pedig fűvókás vagy görgős olajozókkal (korróziógátló olajokkal vagy előkenő anyagokkal).
- A kész termékek feliratozása, vagyis ellátása tekercsszámmal, gyártási időponttal, stb. adatokkal.
- Több különböző kisebb méretű tekercs összehegesztése nagyobb tekercssé.

A kiszerező üzemben a lehető legnagyobb termelékenységet biztosító nagysúlyú tekercseket azután a vevők által megrendelt tekercssúlyoknak megfelelően méretre vágjuk. A tekercsek hibás részeit eltávolítják, vagy ha szükséges, akkor az anyagot a hibák kiküszöbölése céljából pótlólagos kezelésnek vetik alá. Ez lehet pótlólagos hőkezelés, temperáló hengerlés vagy egyengetés [EUROFER CR].

1.2.8.1 Szalag felület csiszolás

A szalag felületének csiszolása olyankor válhat szükségessé, ha egyenletes minőségű felületet kívánnak elérni, vagy pedig az előforduló hibákat kijavítani. Ez úgy történik, hogy a szalagot rendszerint erre a célra szolgáló berendezésben lecsévélik, a felületére olajat szórnak fel és különböző felületi érdességű polírozó szalagokkal csiszolják. Ennél a technológiai eljárásnál általában ásványolajat alkalmaznak szűrőkörökkel kiegészítve, amelyek segítségével a csiszolás során keletkező fémrészecskéket leválasztják [EUROFER CR].

1.2.8.2 Csomagolás

Az immár végleges formát öltött terméket most rendszerint csomagolják, s előkészítik a vevőhöz történő kiszállításra. A csomagolás kialakításának biztosítania kell, hogy a termékek ne sérülhessenek meg sem a tárolás, sem a végfelhasználóig terjedő szállítás során. Az erre irányuló óvintézkedéseknek meg kell akadályozniuk úgy a mechanikai behatás, mint a korrózió általi esetleges károsodásokat is. Ezen kívül még magában a termelőüzemben használt emelő és szállító berendezéseket is úgy kell kialakítani és üzemeltetni, hogy az általuk esetleg okozott sérülés lehetősége a legkisebb legyen. Kiszerelés után történik az egyes vevők által megrendelt tételek szerinti csomagolás. Az ehhez használt csomagoló anyagok: acélszalagok, papír, műanyag, fa, tengeri szállításra alkalmas csomagoló anyag, különleges csomagolás [EUROFER CR].

1.2.9 A.2.2.9 Henger-előkészítő üzem

Az itt zajló tevékenységek általában a következők: a csapágytökhék leszerelése, a hengerek köszörülése, a munkahengerek felületének mintázása, valamint végül a hengerek összeszerelése.

A gyártott szalagok kívánt tűréseinek és a felületi minőségnek a megfelelő biztosítása céljából a hengereket rendszeres időközönként újra kell köszörülni. A köszörülési folyamat alatt a hengerek rendszerint hűtést és kenést kapnak a köszörülési emulzió útján. Az elhasznált emulziót visszakeringtetik és szűrővel tisztítják, de azt rendszeres időközönként részlegesen fel is kell frissíteni. Ezen kívül itt elhasználódott olaj és köszörülési iszap is képződik, melyek megfelelő kezelést, illetve elhelyezést igényelnek.

Az alkalmazott főbb felületi mintázati rendszerek a következők:

- SBT (Shot Blast Texturing = sörétszórásos felületi texturálás): Ennél mechanikai módszerrel, sörétszemcséknek a henger felületére történő fúvatásával alakítják ki a textúrát, azaz mintázatot.
- EDT (Electron Discharge Texturing = villamos ívkisüléses texturálás): A munkahengereket olajfürdőben szikrakeltéssel texturáljuk.
- EBT (Electron Beam Texturing = elektronsugaras texturálás): Ennél a rendszernél a hengert vákuumkamrába helyezve a texturálás elektronokat kibocsátó sugárágyúval történik.
- Laser Tex (Laser Texturing = lézeres texturálás): Itt a henger felületének mintázatát előre megállapított érdességig lézérágyúval alakítják ki.
- Pretex (Premium Texturing = prémium texturálás): Itt a henger felületét durva elektrolitikus krómbevonás útján látják el mintázattal. A krómozás folyamata teljesen zárt, és nedves gázmosóval ellátott gázelszívó rendszerrel van kiegészítve. Az egész technológiai folyamat – a párolgási veszteségek folytán – elfolyó szennyvíz nélkül működik [EUROFER CR].

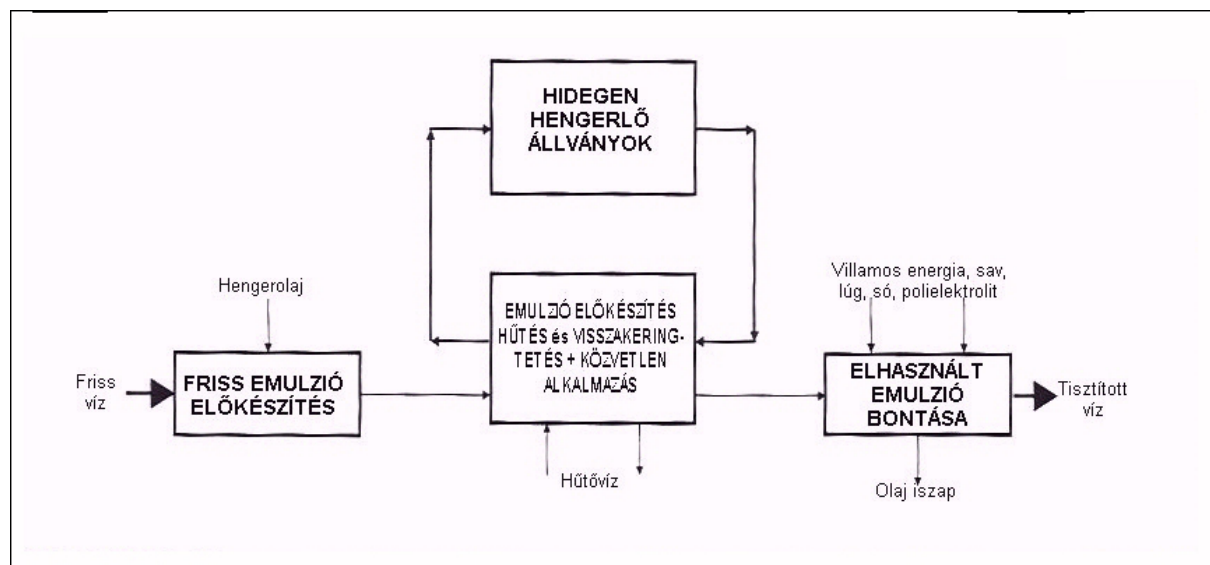
1.2.10 Az ipari víz és technológiai mosókádak rendszere a hideghengerművekben

A hideghengerművekben a hengerlésre kerülő szalag felületének tisztítására, a pácolás és zsírtalanítás előtti kezelésre, mosásra és hűtésre ipari vizet használnak. A pácolás és hasonló technológiai folyamatok (öblítés, gáztisztítási műveletek, sav regenerálás) mind-mind savas szennyvizeket bocsátanak ki. Abban az esetben, ha zsírtalanítás is szerepel a technológiai sorban, akkor még lúgos szennyvíz is képződik.

Hűtésre és kenésre víz-olaj emulziókat alkalmaznak a hengersorokon, ami növeli az elfolyó szennyvizek olaj- és lebegő szilárd anyag tartalmát. Az emulziókat és a zsírtalanító oldatokat általában visszavezetik, zártláncú technológiai folyamatot alakítva ki. A közvetett hűtésre szolgáló vizet szintén zárt technológiai folyamatban alkalmazzák. (A víz körforgási rendszerek osztályozásai és definíciói megegyeznek a melegehengerlésnél alkalmazottakkal, ld. A.2.1.15 fejezetben.)

1.2.10.1 Emulziós rendszerek

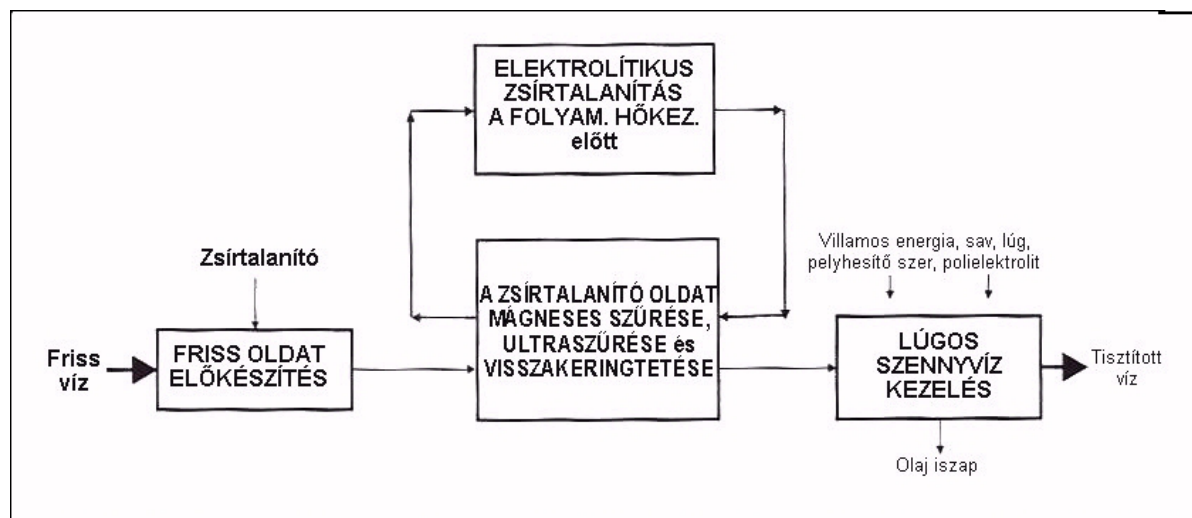
A hideghengerművekben rendszerint az A.2-33 sz. ábrán bemutatott emulziós ciklusokat alkalmazzák. A zárt technológiai folyamatok fenntartása céljából a körforgásban lévő folyadékokat kezelni és kondicionálni kell emulzió kiválasztással és hűtéssel. Az emulziók minőségének fenntartásához, valamint az élettartamuk meghosszabbításához szükséges intézkedéseket a 4. fejezetben ismertetjük.



A.2-33 ábra: Általános emulzió áramlási folyamatára [EUROFER CR]

1.2.10.2 Zsírtalanító oldat rendszer

A zsírtalanító oldat rendszereknél (ld. A.2-34 ábrán) az oldatot az olaj és más szennyeződések – pl. mágneses szűrő vagy ultraszűrő alkalmazásával történő – eltávolítása után visszakeringtetik. A tisztítási műveleteket a 4. fejezetben ismertetjük.



A.2-34 ábra: Zsírtalanító oldat folyamatábrája (folyamatos hőkezelő sornál) [EUROFER CR]

1.2.10.3 Hűtővíz rendszerek

Hideghengerművekben a hűtővíz arra szolgál, hogy elvigye a hengerlési folyamatból (hengerlési energia), valamint a hőkezelő kemencékből (hőenergia) származó felesleges hőt. A hengerlési energiát nagyrészt az emulzió maga és/vagy az emulzió hűtőközege veszi fel, részben pedig a kenőanyag és a hidraulika hűtője adja át a hűtővíznek. A fő hűtővíz fogyasztók a következők:

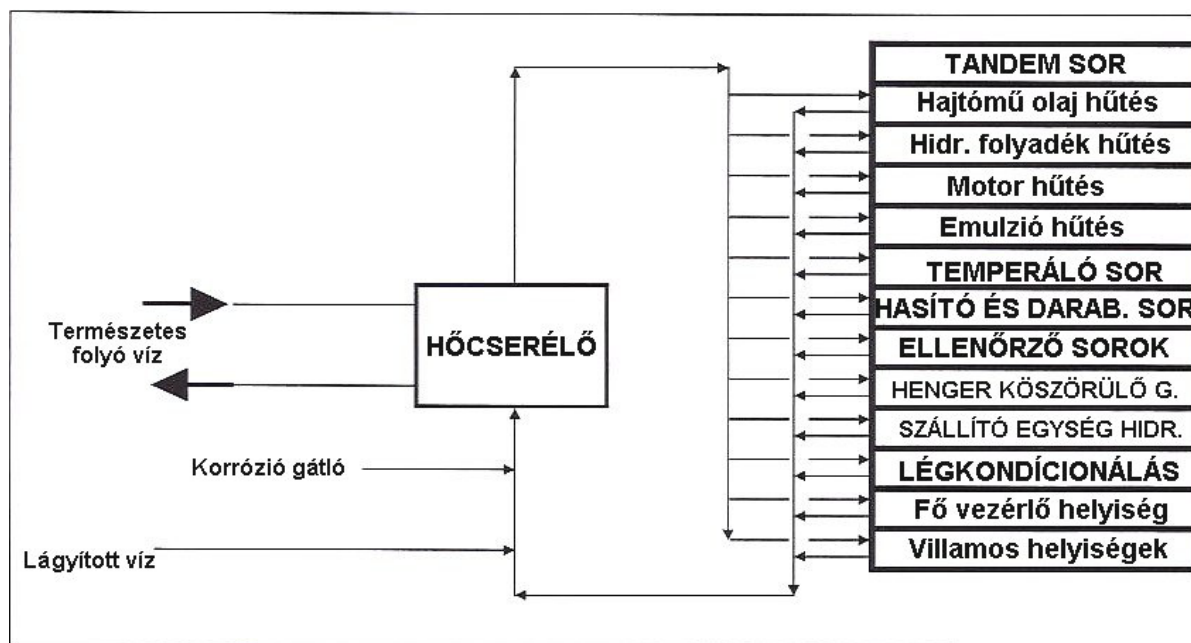
- Emulzióhűtés a tandemsoron.
- Dresszírozó állvány a szakaszos hőkezelő üzem után.
- Folyamatos hőkezelő üzem a dresszírozó állvánnyal.
- Transzformátorok és motorok hűtése.
- Olajkenő berendezések.

A felvett hővel terhelt hűtővizet ipari vízzel vissza kell hűteni lemezes hőcserélőkben, ha elegendő víz áll rendelkezésre, vagy pedig elpárologtatás útján hűtőtornyokban. A hőcserélős visszahűtés azzal az előnnyel jár, hogy a hűtővíznél jelentős mennyiségű vegyszer takarítható meg (úm. korróziógátlók, keménység stabilizálók, diszpergálók és biocid szerek), és azok így nem is kerülnek bele a szennyvízrendszerbe. A hűtővíz köröket korróziógátló szerekkel kell kezelni, de itt a zártkörű rendszereknél nem szükséges a víz egy részének igen magas sótartalommal történő elengedése. Ezzel szemben a hűtőtornyoknál a víz egy részét

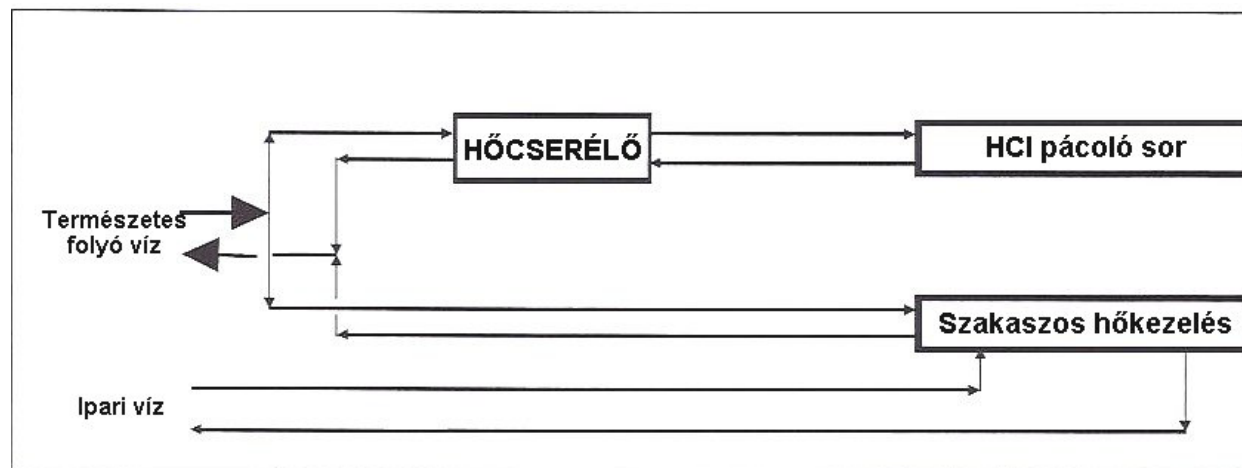
rendszeresen el kell vezetni a szennyvízrendszerbe, a sótartalomnak az elpárolgás által bekövetkező feldúsulása ellensúlyozására. Ezen kívül a hűtőtornyoknál még vízgőz (ipari hó) képződésére is számolni kell, és ez néha gondokat okoz Európa egyes területein, ami így elkerülhető.

Elvileg úgy a visszahűtési, mint az elpárolgató hűtőtornyos megoldás alkalmazása járható utat jelent, és ezeknek a rendszereknek a kiválasztása mindig a helyi viszonyoktól és egyéb helyszíni specifikus feltételektől függ. Egyes országokban adókat vetnek ki az élővizek felhasználására és élővízbe történő visszaengedésére, ami ismét csak befolyást gyakorol a megfelelő rendszer kiválasztására [Com2 CR].

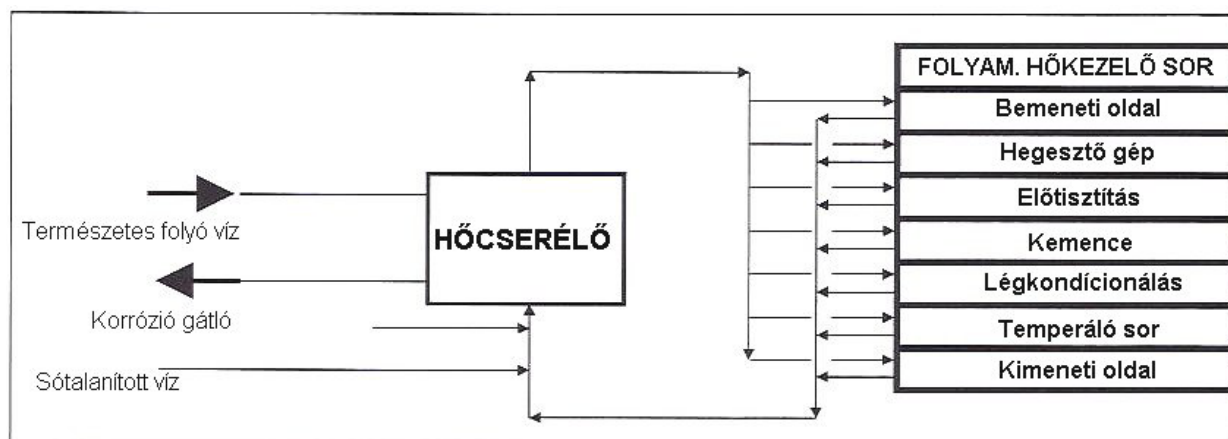
Az A.2-35, A.2-36 és A.2-37 ábrán példákat mutatunk be a különböző vízhűtési folyamatok kialakítására.



A.2-35 ábra: Hideghengerműnél alkalmazott hűtővízrendszer [EUROFER CR]



A.2-36 ábra: HCl pácfürdőnél és szakaszos hőkezelésnél alkalmazott hűtővíz rendszer [EUROFER CR]



A.2-37 ábra: Folyamatos hőkezelő sornál alkalmazott hűtővízrendszer [EUROFER CR]

1.2.10.4 Szennyvíz kezelés

A hideghengerlési folyamatokból származó olyan szennyvizet, amely már nem regenerálható vagy használható fel máshol a technológiai soron, azt a csatornába engedés előtt kezelni kell.

Az öblítő tartályból vagy savregenerálásból származó savas szennyvizet rendszerint vegyszeres semlegesítéssel – úm. kalcium-hidroxid vagy nátrium-hidroxid kezelik. A feloldódott fémionokat azután hidroxidok formájában kicsapják, és derítést vagy szűrést is magában foglaló ülepítés útján választják le. Néha pelyhesítő szerek adagolásával segítik elő ezt a folyamatot. Az iszapot végső térfogatának csökkentése céljából – pl. szűrőprések alkalmazásával – víztelenítik.

Ahol elektrolitikus vegyi előpácolási folyamatot alkalmaznak, ott pótlólagos szennyvíz kezelési lépcső alkalmazása válhat szükségessé. Ez rendszerint a króm (VI) redukciós folyamataiból áll, nátrium-biszulfid vagy vas (II) vegyület alkalmazásával.

A lúgos elfolyó szennyvizet sósavval semlegesíteni kell, azután szűrni az elengedés előtt.

Az elhasznált hűtő/kenő folyadékokat (emulziókat) kezelni kell emulzió-bontóval, akár hőkezelés, akár vegyi, mechanikai vagy fizikai módszerrel, amit a víz és olaj fázis szétválasztása követ.

1.2.11 Hulladékok és melléktermékek kezelése hideghengerművekben

A hideghengerlés nagyobb mennyiségű olyan szilárd visszamaradó anyagokat is eredményez, mint a hulladékvas (sőt törlőrongyok, tisztító papír), a szennyvíz kezelésből származó iszapok, csomagolóanyag maradványok és por.

A **hulladékvas** visszakerül az acélmű gyártási folyamatába. A szennyvíz kezelő üzemekből származó **olajtartalmú iszapok** a kohókban használhatók fel ismét.

A **sav-regenerálási iszapokat** az acélműben (VÍK és kohó), vagy külső újrahasznosító cégnél lehet felhasználni vasoxidok gyártására.

A kénsav regeneráló üzemből származó **vasszulfát-heptahidrát** az alábbi célokra használható fel:

- Komplex vas-cián sók gyártására.
- Pelyhesítő szerként a szennyvíz kezelő üzemekben.
- Gáz-adszorpciós massa gyártására.
- Vegyi talajjavító szerként.
- Végül vasoxid pigmentek, és
- kénsav gyártására [Com D]

A sósav regenerálásából származó **vasoxid** különböző olyan iparágakban használható fel, amelyek igen jó minőségű nyersanyagot igényelnek, pl.

- Ferromágneses anyagok gyártásának nyersanyaga.
- Vaspör gyártás nyersanyaga, vagy
- Építési anyagok, pigmentek, üveg és kerámia gyártás nyersanyaga [Com D]

Az **olaj regenerálásából származó iszapok** felhasználása külsőleg történik, akár elégetés, akár olajvisszanyerés útján, külön erre a célra kialakított üzemekben.

A **vízkezelő üzemekben keletkező iszapoknak** csak kis részét vezetjük vissza belsőleg, legnagyobb részét szabad téren deponáljuk (helyezzük el).

Az **olajtartalmú hulladékok** (olaj, emulzió, zsírok) hasznosítása történhet belsőleg vagy külsőleg is, elégetés útján.

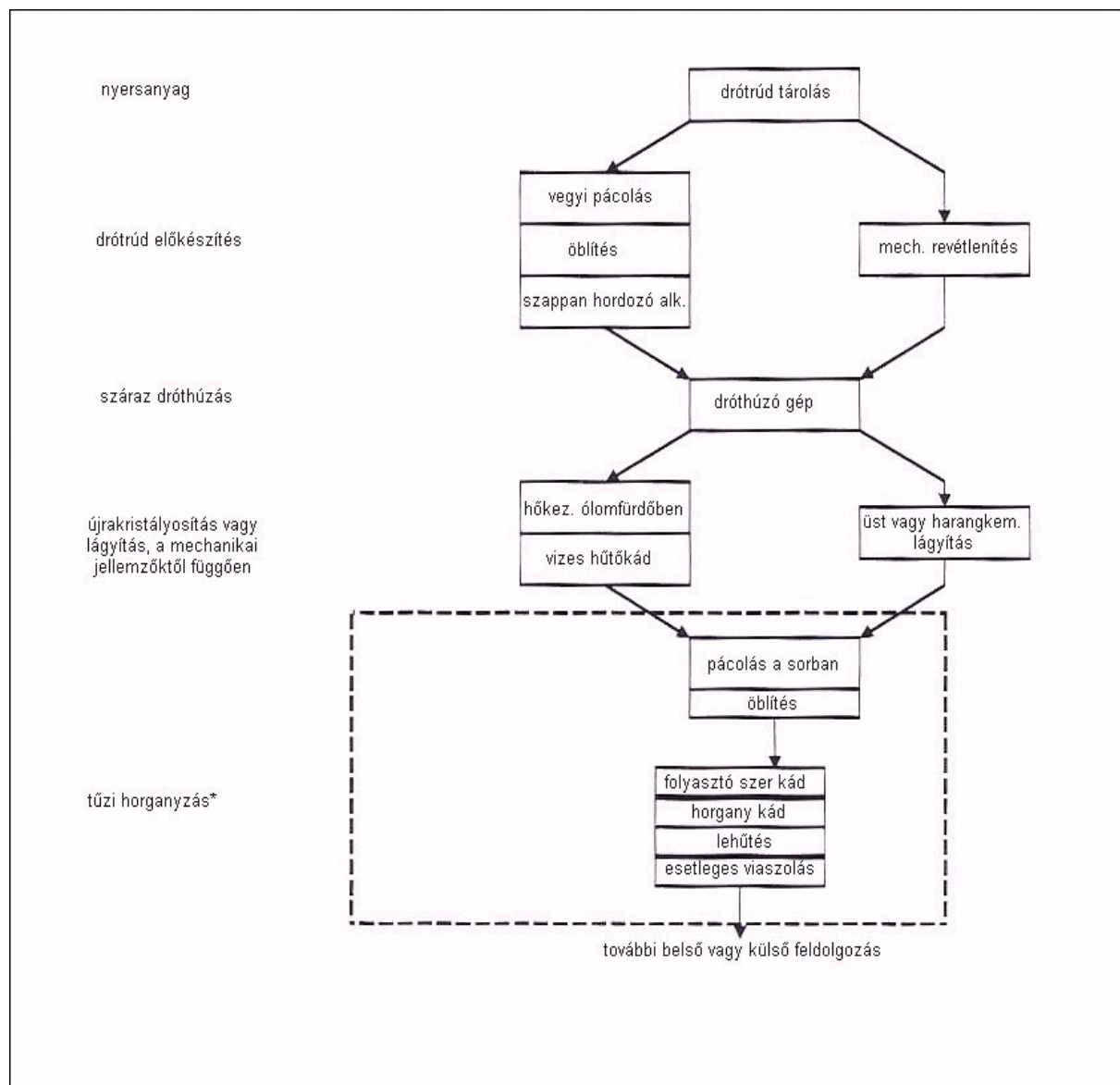
1.3 DRÓTHÚZÓ ÜZEMEK

1.3.1 A dróthúzási technológia áttekintése

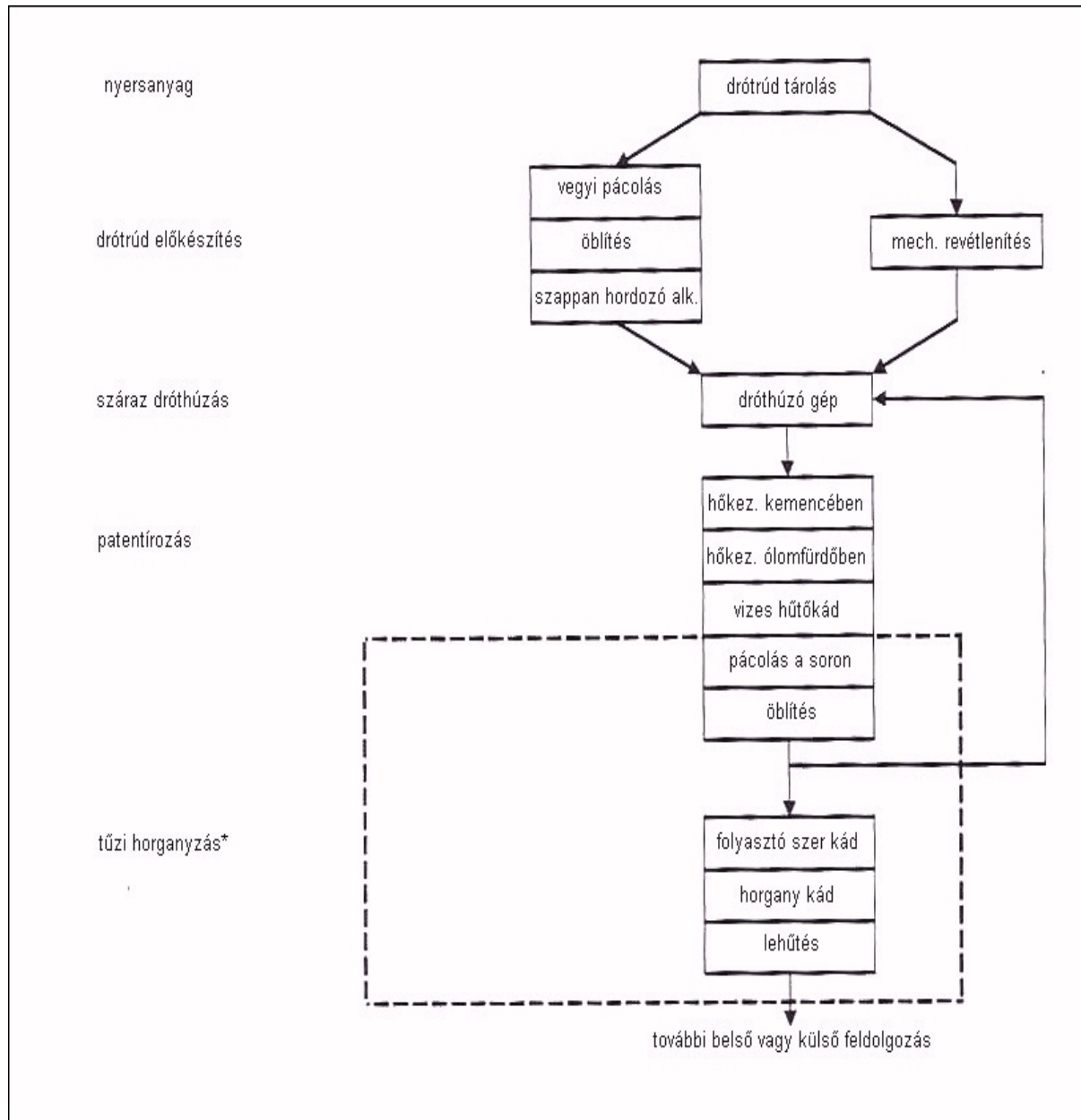
A dróthúzás olyan technológiai folyamat, amelynek során a drótrudak/hu-zalok átmérőjét kúpos furattal ellátott dróthúzó szerszámon a kisebbik keresztmetszet felé áthúzva csökkentik le. Itt a kiindulási féltermék rendszerint a megleghengerművekből tekercsek formájában szállított 5,5 ... 16 mm közötti átmérőjű drótrúd. A szokásos dróthúzó technológiai sor a következő lépcsőket tartalmazza:

- Drótrúd előkezelés (mechanikai revétlenítés, pácolás).
- Száraz vagy nedves húzás (rendszerint több húzási menetben, egyre csökkenő átmérőjű dróthúzó szerszámmal).
- Hőkezelés (folyamatos/szakaszos hőkezelés, patentírozás, olajban edzés).
- Kikészítés.

A drótok gyártása különböző minőségű acélokból történik: alacsony széntartalmú acél legfeljebb 0,25 % C-tartalomig, magas széntartalmú acél 0,25 % C felett, rozsdamentes és egyéb ötvözött acélok. Az ötvözetlen acélból készült drót lehet bevonat nélküli, vagy pedig horgany, vörösréz, sárgaréz, ón, nikkel, króm, műanyag vagy lakk bevonattal ellátva. A drótt azután tekercs formájában továbbítják további feldolgozásra, úm. bevonatképzés és feldolgozott termékek gyártása (pl. kábel, hálósövet, szögesdrót, kerítésdrót, rácsok, rugók, szegek). [Bekaert94], [Pan97]



A.2-38. ábra: Alacsony széntartalmú horganyzott drót gyártása [Bekaert98]



A.2-39. ábra: Magas széntartalmú horganyzott drót gyártása [Bekaert98]

A drótdrótból előállított termékek óriási választéka miatt számos különböző feldolgozási folyamat létezik, melyeket minden esetben a drót átmérője és a kívánt mechanikai és egyéb minőségi előírások határoznak meg. Az A.2-38 és A.2-39 ábrán bemutatott drótdrót gyártási technológiai folyamatára az Európában (és világszerte) előállított horganyzott drótok többségére jellemző. Az előállított drótdrót egy részét változatlan formában, más részét pedig nedves húzással vagy egyéb olyan eljárással tovább feldolgozva értékesítik, amely már kívül esik ennek a BREF-nek a terjedelmén – úm. hegesztés, elektrolitikus bevonatképzés, drótszövetek, kábelek, kötegelés, festés, műanyagbevonás, hossz méretre darabolás, stb.

1.3.2 A drótrúd előkészítése

A hengerlés után alkalmazott léghűtés vasoxid (reve) réteget képez a drótrúd felületén. Ez a réteg igen kemény, törékeny és nem alakítható, ennél fogva bármilyen további feldolgozás előtt el kell azt távolítani. A legtöbb esetben ez már a dróthúzó műben történik. A rozsdamentes acélnál azonban ezt rendszerint még maga az acélmű végzi el.

A drótrudak revétlenítésére 2 eljárást alkalmaznak: mechanikai revétlenítés és vegyi pácolás. A végtermékek egyes kategóriái kifejezetten mechanikailag revétlenített drótból állíthatók elő csökkentett húzási sebességgel (amihez nagyobb húzógépi kapacitás, magasabb beruházási költség szükséges). Tehát a megfelelő revétlenítési eljárás kiválasztásánál a döntés minden egyes üzemben a gyártani kívánt termék minőségétől és gazdaságossági megfontolásoktól függ.

1.3.2.1 A drótrúd mechanikai revétlenítése

A legáltalánosabban alkalmazott mechanikai revétlenítési módszer: a drót meghajlítása, melynek során a törékeny reve megtöredezik és leválk. A többi revétlenítési eljárást, ún. homokszórás, keféstisztítás vagy sörétszórás már kikészítési lépcsőként használatos a drót hajlítása után abból a célból, hogy a lazán visszamaradt revét letisztítsa vagy pedig önálló eljárásként.

A szakaszos sörétszórás általánosan elterjedt módszer a nagy átmérőjű drótrudak mechanikai revétlenítésére (pl. hideg előkezelésre). A mechanikai revétlenítést azonban általában folyamatos sorban végzik.

A drótrúd felületi tisztaságától, valamint az előállítandó termék minőségi követelményeitől függően az oda-vissza hajlítást még kiegészíti vagy esetleg helyettesíti egy olyan intenzívebb koptató módszer, mint a homokszórás, keféstisztítás, sörétszórás vagy közegáramlásos revétlenítés. Az oda-vissza hajlítás kiegészítése az előbbieken felsorolt módszerek egyikével biztosítja az oxidréteg teljes eltávolítását, s hasonló felületi tisztaságot eredményez, mint a vegyi pácolás [Com2 BG].

A drótrúd vegyi pácolásával összehasonlítva a mechanikai revétlenítésnek az a nagy előnye, hogy egy gyártási lépcső ily módon kiküszöbölhető, mivel a revétlenítés rendszerint közvetlenül a dróthúzó géphez kapcsolódik. Másrészt nehéz ugyanolyan szintű húzhatósági tulajdonságot biztosítani mechanikai revétlenítéssel [CET-BAT].

1.3.2.2 A drótrúd vegyi revétlenítése (pácolása)

A vegyi revétlenítés során a hengerlési revét savfürdőben végzett maratással távolítják elő. Az erre alkalmazott savak a következők:

- Kénsav vagy sósan az alacsony széntartalmú drótokhoz.
- Sósav a magas széntartalmú drótokhoz.

A pácolás többnyire szakaszos módon történik. Minden egyes drótrúd tekercset belemártanak a savfürdőbe. A sav azután lassan feloldja az oxidréteget, átalakítva azt vaskloridokká vagy szulfátokká. HCl fürdős pácolásnál H_2 inhibitor alkalmaznak a következő reakció elnyomására:

$2 HCl + Fe \rightarrow FeCl_2 + H_2$, valamint a nem kívánt vasveszteség csökkentése céljából.

A drótrúd tekercseket pácolás után vízfürdőben le kell öblíteni. Ez rendszerint kaszkád mosóban történik (pl. háromszoros öblítéssel) a lehető legnagyobb öblítési hatásfok és a legkisebb vízfogyasztás elérése érdekében [Bekaert94], [Bekaert98].

1.3.2.3 Szappan (kenőanyag) hordozó alkalmazása

Egyes esetekben a kenőanyag jobb tapadását a drót felületén elősegítendő szappanhordozót alkalmaznak. A szappanhordozók széles választéka áll rendelkezésre. A megfelelő hordozó kiválasztása gazdaságossági szempontból, valamint a további technológiai folyamatok követelményei alapján történik. A hagyományosan alkalmazott szappanhordozók közé tartozik a mész, bórax és cinkfoszfát. A korszerű szappanhordozók rendszerint oldható sók – pl. nátrium- és káliumszulfát, klorid, bórax, foszfát vagy szilikát. Ezeket egy bizonyos szappanhoz és meghatározott húzási szituációban alkalmazzák.

A szappanhordozó alkalmazása a dróthúzás előtt történik oly módon, hogy a drótt vizes szappanhordozó oldatba mártják be. Ez végezhető szakaszos eljárással, rendszerint vegyi revétlenítéssel összekötve, vagy pedig folyamatos módon a mechanikai revétlenítéshez kapcsolódóan.

1.3.3 Dróthúzás

1.3.3.1 Száraz dróthúzás

A száraz dróthúzást rendszerint ($> 5,5$ mm méretű) drótrúd húzásakor 1-2 mm átmérőjű, sőt néha ennél vékonyabb drótok előállítására használják. A drót átmérőjének csökkentése úgy történik, hogy egy sor, egyre csökkenő átmérőjű dróthúzó szerszámon húzzák azt keresztül. A szerszámba történő belépés előtt a drót száraz kenőanyagon halad keresztül. Erre a legtöbb esetben szappan alapú kenőanyagot alkalmaznak, amelynél a szappan összetétele azoknak a zsíroknak a kiválasztásától függ, amelyből a szappant előállították, továbbá az alkalmazott töltőanyagoktól vagy adalékoktól. Kivételes esetekben (pl. különleges acéloknál, speciális fémbevonatú drótoknál) egyéb kenőanyagok is használatosak, úm. paszták vagy olajok.

A dróthúzási művelet a drót súrlódása folytán felhevíti úgy a drótot, mint a dróthúzó szerszámot. A hűtés közvetett módon történik, a dróttal érintkező húzódob vízű hűtése útján.

1.3.3.2 Nedves dróthúzás

A nedves dróthúzást rendszerint az 1-2 mm átmérőjű közbelső drótterméknek a végső átmérőre történő húzására alkalmazzák. A drót itt is egy sor dróthúzó szerszámon halad keresztül egyre csökkenő átmérő mellett, de itt úgy a drót, mint a szerszámok és dróthúzó dobok egyaránt kenőfolyadékba merülnek, amely biztosítja úgy a kenést, mint a hűtést. Erre rendszerint szappan vagy olaj emulziót (egyes alkalmazásoknál sima olajat) használnak. A dróthúzási folyamat során keletkező hő itt maga a kenőanyag veszi fel, amelynek a lehűtése közvetett módon, vízzel történik.

1.3.4 A drótdrót hőkezelése

A drótdrót hőkezelésének különböző céljai vannak. Ennél fogva különböző típusú hőkezelési eljárások is állnak rendelkezésre az alkalmazott acél típusától (alacsony/magas széntartalom/rozsdamentes), valamint a végső felhasználási rendeltetéstől (kívánt alakíthatóság és szilárdság) függően. Ez a hőkezelés egyúttal a hő hatására eltávolítja a szappan és kenőanyag maradványokat is.

A dróthúzó iparág termelésének jelentős százaléka nem igényel semmiféle hőkezelést. Sőt, a húzás által előidézett nagymérvű deformáció oly módon módosítja a fém kristályszerkezetét, hogy az pozitív jellemző tulajdonságokat eredményez, vagyis növeli a dróttermék keménységét és szilárdságát axiális irányban.

1.3.4.1 Az alacsony széntartalmú acéldrótok szakaszos hőkezelése

A húzás alapvetően deformálja a drót fémkristályainak alakját. A kristályok megfelelő alakjának visszaállítására a hőkezelés kínálkozik az egyik megfelelő megoldásnak a számos módszer közül. Az alacsony széntartalmú acéloknál rendszerint szakaszos hőkezelést alkalmaznak abból a célból igen lágy és jól alakítható végtermék jöjjön létre, ami üst- vagy harangkemencékben történik.

A szakaszos hőkezelésnél a húzott dróttekercseket védőgáz töltésű kamrákba (ún. „üstökbe” vagy „harangokba”) helyezik be. A védőgáz lehet semleges vagy redukáló tulajdonságú. A legáltalánosabban alkalmazott védőgázok közé tartozik a nitrogén, hidrogén, nitrogén/hidrogén keverékek és a részben oxidált földgáz (vagy hasonló fűtőanyag). A kamrák fűtése kívülről történik, rendszerint gázzal vagy fűtőolajjal. A felhevítés szobahőmérsékletéről a (durván 700 C°-os) csúcshőmérsékletre több órát vesz igénybe; s

azután a lehűtés is ugyancsak több óráig tart. Annak érdekében, hogy túlnyomás legyen tartható az ún. „üst” vagy „harang” kemencékben, a védőgáz egy részét folyamatosan átöblítik.

Egyes esetekben a hőkezelés után a drótot azonnal olajozzák is.

1.3.4.2 Az alacsony széntartalmú acéldrótok folyamatos (In-Line) hőkezelése

A drótdrótok folyamatos vagy szálban végzett hőkezelésének célja hasonló a szakaszos hőkezeléséhez: húzás után ismét helyreállítani a drót acélanganyagának megfelelő kristályszerkezetét. De itt a kívánt kristályforma és a fém szilárdsági tulajdonságai eltérnek a szakaszos hőkezelésnél elvárttól. A folyamatos hőkezelés az alacsony széntartalmú termékek jellemző hőkezelési módszere.

A szálban végzett hőkezelés gyors folyamatos eljárás. Itt a drótot felhevítik az újrakristályosodási ($500 \dots 700 \text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti) hőmérsékletre, néhány másodpercig ezen a hőmérsékleten tartják, majd ismét lehűtik vizes fürdőbe merítve azt.

A szokásos sort 15-50 drót kezelésére alakítják ki és egy megadott $v \times d$ (drótsebesség $\times$ dróttátmérő) paraméterrel jellemezhető. Ez azt jelenti, hogy ugyanazon a soron különböző átmérőjű drótok hőkezelése végezhető, de minél nagyobb a drót átmérője, annál alacsonyabb a sebesség. Korszerű hőkezelő sorok elérik a $100 \dots 200 \text{ m/min} \times \text{mm}$ teljesítményt is (más szóval 1 mm átmérőjű drót $100 \dots 200 \text{ m/perc}$ sebességgel dolgozható fel). Különleges anyagoknál a sort csak néhány vagy egyetlen drót kezelésére rendezik be és itt alacsonyabb üzemi $v \times d$ paramétert is alkalmaznak. A szálal hőkezelést gyakran egyazon technológiai sorban összekapcsolják más technológiai egységgel is – pl. tűzihorganyzással.

A kezelés általában abból áll, hogy a drótot megolvasztott ólomfürdőn átengedve melegítik fel. Igen fontos a gyors felhevítés a szálban végzett hőkezelésnél. Az ólom igen magas hőátadási ($3000 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) tényezője a drót és az ólomfürdő hőmérséklete közötti egyensúlyi állapot néhány másodpercen belül beáll. Olyan más egyéb módszerek, mint a kemencés vagy indukciós hevítés alternatív megoldásként kerül alkalmazásba, de csak egyes olyan különleges esetekben, amikor egyetlen drótszálat kezelnek a sorral, a sor alacsony sebességgel működik, vagy egyszerre csak egyetlen dróttátmérővel történő üzemelésre alkalmas a sor tervezési kialakítása.

Hőkezelés után a drótot rendszerint vízbe merítve hűtik le. Ezt követheti a technológiai sorba beiktatott pácolás forró vagy hideg HCl oldattal az oxidok eltávolítása céljából, amelyek egyúttal az esetleg rátapadt ólmot is feloldja. Más savak vagy elektrolitikus eljárással kiegészített pácolás is alkalmazható. A pácolást azután kaszkád mosás követi. Egyes üzemekben a pácolást a következő technológiai lépcső bevezető műveleteként alkalmazzák. A

pácolás gyakran el is marad olyan esetekben, amikor a hőkezelés védőgáz atmoszférában zajlik le.

1.3.4.3 Rozsdamentes acéldrót folyamatos (In-Line) hőkezelése

A rozsdamentes és magasan ötvözött drótokat folyamatos hőkezelésnek vetik alá abból a célból, hogy a fém kristályszerkezeti jellemzői megfeleljenek a (további) dróthúzási műveleteknek. Saválló acél esetében a hőkezelés védőgáz atmoszférában zajlik le. Védőgáz atmoszféra alkalmazása nélkül a rozsdamentes acéldrót oxidálna; és ezeknek az oxidoknak az eltávolítása azután olyan különleges savfürdős pácolást igényelne, mint a HNO_3 , HNO_3/HF , ... (hasonlóan a rozsdamentes acélszalag gyártásához). Az alkalmazott hőmérsékleti profil a Ni, Cr vagy más ötvöző elem tartalmától függően 700 ... 1100 C° között van.

Itt a drótot csövön vagy védőhüvelyen engedik keresztül, védőgáz atmoszféra alatt. A védőgáz átöblítési megoldása hasonló a szakaszos hőkezelésnél leírtakkal. A kezelő cső vagy hüvely első részét valamilyen kemencében helyezik el (a drót közvetett hevítése céljából); a második részét pedig közvetett hűtéssel látják el – pl. vízhűtéssel. A felhevítés történhet villamos úton (ellenállás huzallal, indukciós módon) vagy tüzeléssel. [CET-BAT]

1.3.4.4 Patentírozás

A patentírozás a magas széntartalmú és ötvözött acéltermékek jellemző hőkezelési módszere, amely különleges kristályszerkezet kialakítását célozza, a további alakítás lehetővé tétele érdekében. A hőkezeléssel szemben, ahol a vas és vas-karbon vegyületek igyekeznek különválni, a patentírozás olyan szerkezetet eredményez, ahol a karbon homogén eloszlást mutat a vasban.

A patentírozás úgy történik, hogy a drótot felhevítik 850 ... 1000 C° közötti hőmérsékletre, és azután gyorsan lehűtik 450 ... 600 C° közé, és egy ideig ezen a hőmérsékleten tartják a drótot, majd végül vízben lehűtik. A patentírozást rendszerint folyamatos technológiai eljárásként alkalmazzák, és gyakran összekapcsolják más kezelési lépésekkel, ún. tűzihorganyzás.

A 850 ... 1000 C°-ra történő felhevítés olyan kemencében történik, ahol a drót érintkezésbe kerül az égési gázokkal. A közbenső hűtés és 450 ... 600 C° közötti hőmérsékleten tartás olomfürdőben történik. A különleges gyártmányok (pl. finom átmérőjű drótok vagy egyszálal sorok) esetében egyéb olyan felhevítési módszerek is alkalmazhatók, mint a védőgáz atmoszférában vagy villamos kemencében végzett hevítés. A vastag átmérőjű drótok patentírozásánál néha megolvasztott sófürdőt is alkalmaznak.

A fűtőanyaggal üzemelő kemencéknél az égőkben enyhe sztöchiometrikus keveréket alkalmaznak. Ezáltal az O^2 jelenléte kizárható a kemence atmoszférájából annak érdekében,

hogy minimálisra csökkenjen a vasoxidok képződésének esélye a drót felületén. A túlzott vasoxid képződés ugyanis a drót anyagának nagymértékű veszteségét eredményezi, s ezen kívül túl nagy lesz a pácoló savfogyasztás, valamint az ólomvesztés is.

Végül a lehűtés ismét csak vizes kádba merítés útján történik, amit a folyamatos hőkezelésnél ismertetett eljárás követ.

1.3.4.5 Olajban edzés és temperálás (olajos temperálás)

Az olajban végzett edzés és temperálás olyan különleges kristályszerkezetet hoz létre az acélban, amely nagy százalékban tartalmaz martenzitet, és ez azután magas keménységet és kopásállóságot eredményez, jó szívóssági értékek mellett. Itt a drótot először felhevítik 850 ... 1000 C° közötti hőmérsékletre, majd gyorsan lehűtik.

A felhevítés rendszerint védőgáz atmoszférában történik vagy villamos úton (sugárzással, indukciós hevítéssel), vagy pedig tüzeléssel. A védőgáz átöblítése itt is hasonló a szakaszos hőkezelésnél ismertetett eljáráshoz. A lehűtést rendszerint olajban végzik, de más olyan hűtőközeg is alkalmazható, mint a víz, vagy adalékolt víz. (Megjegyzés: bár nem nagyon szokatlan az olajtól eltérő hűtőközeg alkalmazása, azért ennél a fajta eljárásnál mégis mindig olajban edzésről szoktunk beszélni.)

Az olajban végzett edzést azután temperálás vagy feszültségmentesítési lépcső követi – annak érdekében, hogy a rendkívül gyors lehűtés által létrehozott feszültségeket feloldjuk. Ez úgy történik, hogy a drótot ismét felhevítjük 300 ... 500 C° közötti hőmérsékletre. Erre rendszerint a szokásos kemencét alkalmazzák, vagy villamos fűtéssel, vagy pedig közvetlen tüzeléssel valamilyen gáz tüzelőanyag útján, de az indukciós hevítés is alkalmazható.

1.3.4.6 Feszültségmentesítés

A feszültségmentesítés célja az, hogy kiküszöbölje a drótban az előző technológiai kezelési lépcsők során létrejött belső feszültségeket anélkül, hogy megváltoztatná az acél kristályszerkezetének az alakját. A belső feszültségek létrehozhatók deformációval (mechanikai feszültségek), vagy gyors lehűtéssel (hőfeszültségek) is. Az önálló kezelési lépcsőként alkalmazott feszültségmentesítés jellemző technológiai lépcső a PC drótszalak (előfeszített beton gyártására szolgáló acéldrót) előállításánál.

A feszültségmentesítés különböző (200 ... 500 C° közötti) hőmérsékleten végezhető – a végtermék kívánt jellemzőitől függően. Erre rendszerint a szokásos kemencét alkalmazzák, vagy villamos fűtéssel, vagy pedig közvetlen gáztüzeléssel, de indukciós hevítés is alkalmazható. A feszültségmentesítés után a drótot viszonylag lassan hűtik le levegővel vagy vízzel. [CET-BAT]

1.3.5 Sorba telepített (In-line) pácolás

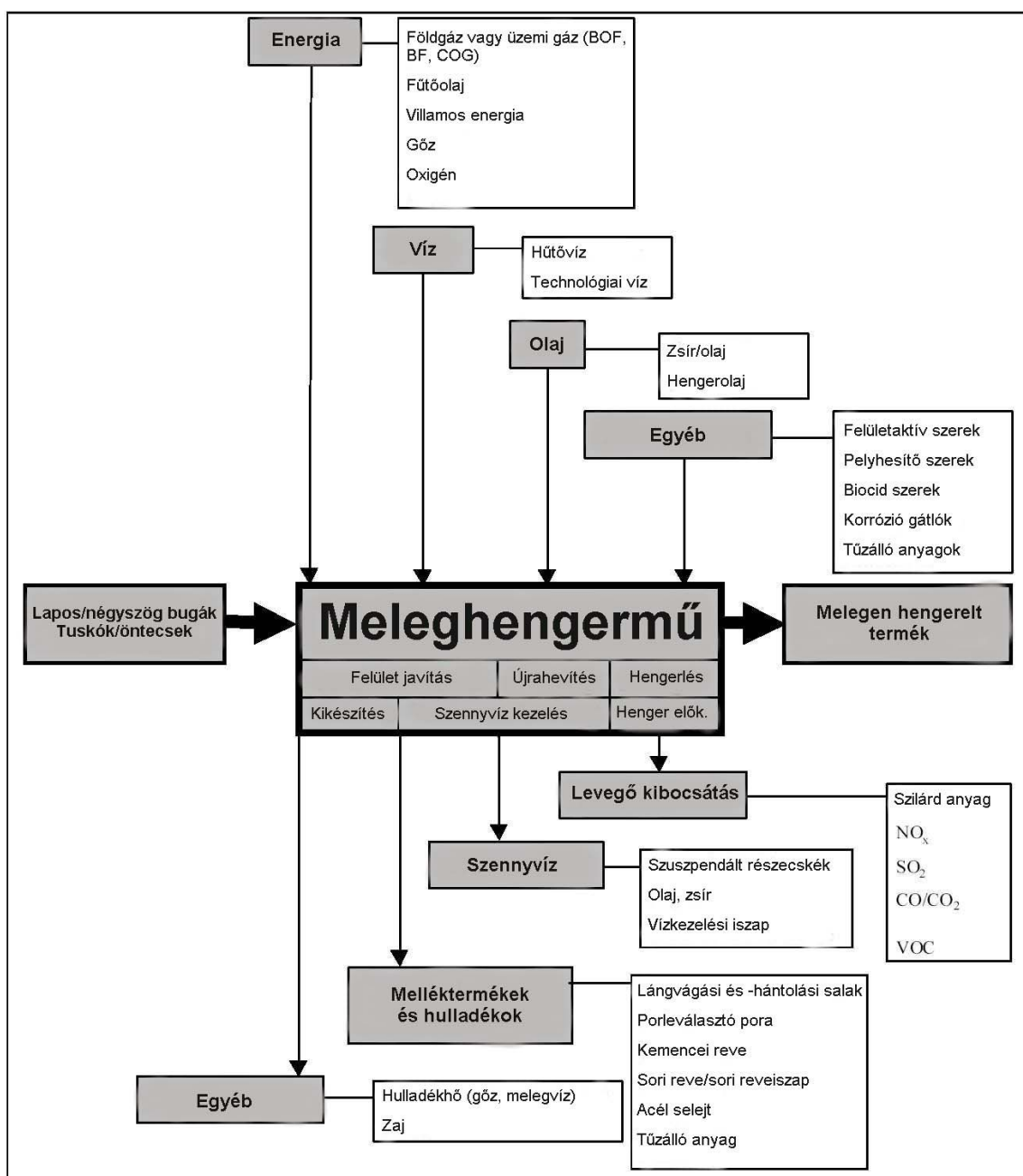
A technológiai sorba telepített pácolás a hőkezelés után és/vagy a drót tűzihorganyzása előtt szokásos műveletnek számít. Ennek az a célja, hogy megtisztítsa a drótot és eltávolítsa a fémoxidokat. Itt a drótot folyamatosan engedik át egy vagy több savfürdőn. A legáltalánosabban alkalmazott sav a HCl, de egyéb savak is használhatók. A pácolás nagyon rövid idő (néhány másodperc) alatt zajlik le, ennél fogva a savat gyakran felmelegítik és/vagy koncentrált formában alkalmazzák. Pácolás után a drót vizes mosást kap.

A drót kikészítése során fémes vagy nemfémes bevonatot kap. A drót tűzihorganyzása ennek a BREF technológiai ismertetőnek a B részében található. A sorba telepített pácolás ugyancsak megtalálható a BREF B részében.

2 A meleg- és hidegalakítás jelenlegi fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.1 Meleghengerművek

2.1.1 A tömegáramlás áttekintése



A.3-1 ábra: A meleghengerművek be/kimeneti termékeinek folyamatábrája

Ebben a fejezetben részletesen ismertetjük a fajlagos bemeneti és fogyasztási adatokat, valamint a fajlagos kimeneti és kibocsátási adatokat a melegen hengerelt termékek egyes üzemi gyártási lépcsőjével kapcsolatosan.

2.1.2 A betétanyag felületi előkészítése és kondicionálása

A lánghántoláshoz felhasznált tüzelőanyag (földgáz, cseppfolyósított petróleum vagy üzemi gázok) és oxigén fogyasztása a hengerlésre kerülő bugák méretétől függ. 20 %-os áttörések is előfordulhatnak a fogyasztási és kibocsátási értékekben, ha pl. a buga vastagsága 200 mm-ről megnő 250 mm-re. Az öntecsek automatikus lánghántolásánál a szokásos fogyasztást 5 m³ oxigén/t acél és 25 MJ (propán)/t acél értékben jelölték meg. Ugyanakkor nincs adatunk a lánghántolás vízfogyasztásáról vagy pedig a szennyvíz mennyiségéről sem, amely rendszerint a hengermű vagy folyamatos öntőmű hálózatába távozik, s azután újrafelhasználásra kerül a gyári vízrendszerben. [EUROFER HR]

A lánghántolás során olyan nedves, korrodáló tulajdonságú füstgáz keletkezik, amely nagymennyiségű mikron alatti méretű (0,5 ... 250 mikron közötti) részecskéket tartalmaz. Az ebből a füstgázból az elektrosztatikus porleválasztó bemenetén vett minták CO tartalma 60 mg/m³, NO_x tartalma 35 mg/m³, a portartalma pedig 230 ... 3000 mg/m³ értéket mutat [HMIP].

Lánghántolás:		
Beviteli/fogyasztási szint		
Energia	n.a.	
Oxigén	n.a.	
Víz	n.a.	
Kiviteli/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Por ¹	1 – 80 ² g/t	5 – 115 ³ mg/m ³
Porleválasztó szűrő pora	1,5 – 3,25 ² kg/t	
NOx ⁷	n.a.	kb. 35 mg/m ³
CO ⁷	n.a.	kb. 60 mg/m ³
Reve	n.a.	
Szennyvíz	nincs kibocsátás, az üzemi vízrendszeren belül újrafelhasználásra kerül	
Köszörülés		
Beviteli/fogyasztási szint		
Energia	nincs reprezentatív adat	
Víz	nincs reprezentatív adat	
Kiviteli/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Por: ⁴ lágycél rozsdamentes acél	n.a.	< 30 – 100 ^{5,6} mg/m ³ < 50 ⁵ mg/m ³
Köszörülési forgács	n.a.	
Zaj	n.a.	
Lánghántolás, köszörülés	< 0.2 – 35 ² kg/	

és sörétszórás: reve (száraz anyag)		
Megjegyzések: ¹ Tisztított szennyezett gázban lévő kibocsátott por ² Az adat forrása: [EC tanulmány] ³ Felhasznált források: [SIDMAR], [CITEPA] és [EUROFER HR] ⁴ [CITEPA] jelentése szerint 1 ... 10 mg/m³, de nem tesz különbséget a lágyacél és a rozsdamentes acél között ⁵ Forráshely: [EUROFER HR] ⁶ Példák, csökkenés: zsákos szűrő, V = 2,5 és 7 Nm³/s ⁷ [Com HR]		

A.3-1 táblázat: A felület előkészítés fogyasztási és kibocsátási szintjei

A lánghántolás során keletkezett por főleg olyan vasoxidokat tartalmaz, amelyekben az acél mellett nyomokban ötvöző elemek is vannak. A porkibocsátási tényezők jelentős mértékben változnak – attól függően, hogy a lánghántolást automatikus (30 ... 60 g/t), vagy kézi (3 g/t) módon végzik-e. [CITEPA]

A lánghántolási folyamat által kibocsátott por vegyi összetétele a következő fémtartalmat mutatja: Cr 0,5 – 10 g/kg, Ni 1 – 5 g/kg, Mn 5 – 20 g/kg, Pb 1,7 – 2,3 g/kg, Cu 7,5 – 8,6 g/kg. [EC tanulmány]

A rozsdamentes acélbugák köszörülésénél és sörétszórásánál összegyűjtött por pedig a következő összetételt mutatta: Cr 3 – 100 g/kg, Ni 6 –20 g/kg, Mn 4 – 10 g/kg [EC tanulmány].

2.1.3 Újrahevítő és hőkezelő kemencék

2.1.3.1 Energia fogyasztás

Az integrált (= vertikális felépítésű) acélművekben igyekeznek a vasműn belül keletkező gázokból lehetőleg minél többet belső felhasználás útján hasznosítani. Ennél fogva a folyamatos működésű kemencéknél egyaránt felhasználnak kohógázt, kamragázt, BOF gázt, földgázt és ezeknek a gázoknak egy sor kombinációját (ún. kevertgázokat). A hevítő kemencék energiafogyasztása egy sor paramétertől függ, úm.:

- A kemence kialakítása (toló típusú, léptetőgerendás, stb.).
- Hevítési kapacitás és üzemeltetési műszak beosztások (üzemi idő) [Com UK].
- A rekuperációs zóna kívánt hossza a kemencén belül.
- Az égő kialakítása.
- Rekuperátorok vagy regeneráló rendszer használata.
- A kemence termelési kapacitása.
- A hevítési zónák elrendezése.
- Az anyag bemeneti hőmérséklete.

- Hevítési és kitolási hőmérséklet.
- A hőmérséklet szabályozás pontossága, és végül
- A kemence hőszigetelésének foka [EUROFER HR].

Az A.3-2 ábrán egy jellemző újrahevítő kemence energiamérlegét mutatjuk be „sankey” diagramon, s mint látszik, csak a bevitt energia fele szolgál az acél újrahevítésére.

2.1.3.2 Por (részecskék)

Az alkalmazott fűtőanyag természeténél fogva (kohógáz előzőleg portalanítva, földgáz portmentesen) a porkibocsátás alacsony. A beszámolóból kapott adatok 13 g por/t kihengerelt acél átlagos értéket mutatnak, a közepes érték pedig 8 g/t. A legmagasabb kibocsátási értékek megfelelnek a tüzelőolaj alkalmazásának. [EUROFER HR], [EC tanulmány]

2.1.3.3 NO_x

Az NO_x kibocsátási szint többnyire az alkalmazott fűtőanyag típusától, valamint az égő típustól és kialakítástól függ – pl. a mennyezeti égők kevesebb NO_x kibocsátással működnek, mint az elöl vagy oldalról elhelyezett égők. Rekuperátorok vagy regeneráló rendszer használata viszont növeli a kemence termikus hatásfokát, de ugyanakkor magasabb NO_x (3500 mg/Nm³ értékig terjedő) koncentrációhoz vezethet. Egyes országokban a magasabb NO_x szintet a magasabb levegő előmelegítési hőmérséklete céljából engedik meg. A **hagyományos égőknél** a magas lánghőmérséklet nagymértékű NO_x kibocsátási szinteket eredményez. Az NO_x szint jellemző értéke 500 mg/Nm³ (földgáz, 3 % O₂, az égési levegő környezeti hőmérsékletű). Az égési levegő (rekuperátor vagy regeneráló rendszer útján történő) előmelegítése exponenciálisan megnövelheti az NO_x szintet. [EUROFER HR]

2.1.3.4 SO₂

Az SO₂ kibocsátás szintje lényegében a rendelkezésre álló fűtőanyag S tartalmától függ. A beszámolóból kapott SO₂ kibocsátási értékek az alkalmazott fűtőanyagtól függően más-más SO₂ kibocsátási szintet mutatnak a földgáz, üzemben belül előállított gáz és fűtőolaj esetében. Az átlagos értékek földgáznál 9,7 g SO₂/t, üzemi saját gáznál (kohó- és kamragáz keveréke) 452 g SO₂/t, és fűtőolajnál pedig 803 g SO₂/t. [EUROFER HR], [EC tanulmány]

2.1.3.5 Reve

Az újrahevítő kemencéknél keletkező reve mennyisége a kitolási hőmérséklettől, az anyag minőségétől, az égési levegő szabályozásától, a fűtőanyag típusától, a kemence típusától és a hevítési ciklus technológiai idejétől függ. A tolókemencei és hengerlési revét tulajdonképpen elég nehéz világosan megkülönböztetni egymástól, mivel az újrahevített anyag revétlenítése már a hengerson területén történik, s itt mindkét féle reve összegyűjtése egy helyen történik. A

hevítő kemencéből származó reve mennyiségének szokásos tartománya 0,07 ... 15 kg/t értéket mutat. [EUROFER HR], [Com I], [Com2 HR]

A.3-2 ábra: Szokásos újrahevítő kemence „Sankey” diagramja a [StTimes 6/93] közlése szerint

Beviteli/fogyasztási szint		
Energia	1,1 – 2,2 ^{6,10} GJ/t	
Hűtővíz	zártláncú	
(az újrahevítő kemence berendezéseihez)	teljes mértékben visszakeringtetve	
Kiviteli/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Por ¹	1 – 10 ^{6,8} g/t	4 – 20 ⁶ mg/Nm ³
NOx ^{2,3}	80 – 360 ⁶ g/t	200 – 700 ⁶ mg/Nm ³
Hagyományos égők	2 – 600 ⁴ g/t	250 11 – 900 ⁵ mg/Nm ³
Alacsony NOx égő	150 – 500 ⁴ g/t	
Regeneratív égő	1000 – 400 ⁴ g/t	
SO ₂ ³	0,3 – 600 ^{6,9} g/t	0,6 – 1300 ⁶ mg/Nm ³
		400 – 800 ⁵ mg/Nm ³
CO	5 – 850 ^{5,7} g/t	100 – 170 ⁵ mg/Nm ³
Szénhidrogén (BFG + NG tüzelésnél)	0 – 5 ^{5,7} g/t	< 30 – 100 ^{5,6} mg/m ³
Kemence reve		
Irányváltó 4 állványos sor	0,5 – 18 ⁴ kg/t	
Melegszalagsor	0,1 – 11 ⁴ kg/t	
Blokk/buga/nehéz szelvény hengersor	0,5 – 47 ⁴ kg/t	
Könnyű/közepes méretű rúd és idomszelvény hengersor	1 – 30 ⁴ kg/t	
Drótrúd hengersor	0,3 – 20 ⁴ kg/t	
Tűzálló hulladék		
Megjegyzések:		
¹ [CITEPA] szerint 200 – 1400 g por/t a folyamatos kemencéknél és 100 g/t a mélykemencéknél fűtőolaj tüzelés mellett – vigyázat: előfordulhat, hogy ez nem reprezentatív adat.		
² [EC tanulmány] szerint átlagban 383 g/t alacsony NOx égőknél, 1690 g/t regeneratív égőknél és 228 g/t a hagyományos égőknél		
³ [CITEPA] szerint 5 – 10 g/t a kohó- és földgáz keveréknél – vigyázat: előfordulhat, hogy ez nem reprezentatív adat.		
⁴ Forráshely [EC tanulmány]		
⁵ [CITEPA] hivatkozás		
⁶ Forráshely [EUROFER HR]		
⁷ Vigyázat: lehet, hogy ez nem reprezentatív adat.		
⁸ [DFIU98] szerint 0,2 – 30 g/t		
⁹ [DFIU98] szerint 0,02 – 900 g/t		
¹⁰ [ETSU-G76] szerint a tipikus energiafogyasztási érték 2,0 – 3,0 GJ/t, szórása 0,7 – 6,5 GJ/t.		
¹¹ [Input-HR-I]		
¹² [Vercaemst 30.3] szerint 2,2 – 63 mg/Nm ³		

2.1.4 Revétlenítés

2.1.4.1 Hulladék

A revétlenítésből származó sori reve az újrahevítő kemence után és az egyes hengerlési szűrások között összegyűjtve, amely főleg vasoxidból, ún. FeO és Fe_3O_4 áll. A pontos összetétel az éppen hengerelt acélfajtától, valamint a hengerlési technológiától függ, de a vastartalom rendszerint 70 % körül van (olaj- és vízmentes alapon számolva). A sori reve vegyi összetételében a szénhidrogén tartalom aránya 4,6 %, 0,5 – 8,7 % szórási tartománnyal. A magas szénhidrogén tartalom korlátozhatja az újrafelhasználást. Az [EC tanulmány] által közölt hengersori reveiszap összetételében a szilárd anyagok részaránya 25 – 65 %, víztartalma 30 – 60 % és olajtartalma 2 – 15 % között van [STuE-114-1].

A hengerlés során használt kenőolaj és zsír a hengersori revét elszennyezi. Az olajtartalom a technológiai üzemviteltől, a műszaki berendezéstől, különösen pedig a karbantartás minőségétől függ. A hengersori reve olajtartalmát befolyásoló másik tényező a részecske méret. A hengersori reve nagyon finom szemcsézetű része (melyet reveiszapnak hívnak) 63 μm alatti méretű részecskékből áll, melyek hajlamosak az olajat adszorbeálni [DFIU98].

A képződött reve szokásos tartományaként olajmentes revénél 12,7 ... 16 kg/t, olajos revénél pedig 1,9 ... 3,5 kg/t értéket adtak meg [EUROFER HR].

2.1.4.2 Szennyvíz

A revétlenítésre használt technológiai víz közvetlenül a kemence után rendszerint olajmentes. Viszont magán a hengersoron belüli revétlenítésre használt technológiai víz többnyire tartalmaz olajat a veszteségek és a hengerlő berendezéssel történő érintkezés miatt. Ezt a két szennyvizet rendszerint összekeverik, amely így egyetlen olajtartalmú, revével terhelt szennyvízáramlást eredményez. A reve terhelés durva szemcséjű része ülepítő tartályokban leválasztható, a viszonylag alacsony olajtartalom folytán pedig vissza is vezethető a kohászati technológiai folyamatba.

Beviteli/fogyasztási szint		
Víz:		
előnyújtó sor	n.a. m^3/t	0,1 – 0,12 m^3/s
kézsor előtt	n.a. m^3/t	0,05 – 0,06 m^3/s
kézsor után	n.a. m^3/t	0,03 – 0,04 m^3/s
Energia	n.a.	
Kiviteli/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Szennyvíz	n.a. m^3/t	
reve és olaj tartalommal	n.a.	
Olajmentes reve ³:		
irányváltó 4 állványos sorok	1,6 – 23 kg/t	
melegszalag sorok	10 – 20 kg/t	
blokk/buga/nehéz profil sorok	9 – 38 kg/t	
könnyű/közepes rúd és	3 – 60 kg/t	

szelvénytörök		
Drótrúdsorok	5 – 20 ²	kg/t
Olajos reve ³:		
irányváltó 4 állványos sorok	1 – 36 ²	kg/t
melegszalag sorok	2,7 – 30 ²	kg/t
blokk/buga sorok	0,4 – 28 ²	kg/t
könnyű/közepes rúd és	0,5 – 20 ²	kg/t
szelvénytörök		
Drótrúdsorok	0 – 20 ²	kg/t
¹ Forráshely [DFIU98] ² Forráshely [EC tanulmány] ³ Ausztria jelentése szerint: durva reve 20 – 30 kg/t a lapos termékeknél, 5 – 10 kg/t a szálal termékeknél, reveiszap (finom reve) a készsorról 3 – 15 kg/t [Com A]		

A.3-3. táblázat: A revétlenítés fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.1.5 Meleghengerlés

A motorral hajtott hengerek **energiaigénye** az alakítás mértékétől, a munkadarab hőmérsékletétől és az anyag keménységétől függ. A felhasznált energia villamos energia.

A **vízfogyasztás** és a távozó szennyvíz mennyisége attól függ, hogyan alakítják ki a vízrendszert (vízháztartás). Zártkörű vízrendszereknél az elmenő szennyvíz mennyisége megközelítheti a 0 m³/t értéket. Félig zárt vízrendszereknél a keletkező szennyvíz mennyisége rendszerint max. 11 m³/t, míg a nyitott rendszereknél (visszavezetés nélkül) ez rendszerint 11 – 22 m³/t értéket ér el.

A **levegőbe kibocsátott szennyezést** a por jelenti, amely a hengerállványoktól, valamint az olajkezelő soroknál a szalagtermékektől származik. Az elfolyó olaj szennyezés a hengerállványoktól (a munkahenger kenéstől) ered. A meleghengerek sorok kibocsátásának mennyisége nagymértékben függ a hengerlési sebességtől és a gyártott termék felületének nagyságától.

Felhasználási/fogyasztási szint		
Víz	1 – 15,5 ^{2,3}	m ³ /t
Energia		
deformációs energia	72 – 140 ^{2,4}	kWh/t
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Részecskék (oxidok, por)		
hengerek állványok	2 – 40 ¹ g/t	2 – 50 ² mg/m ³
tekereskezelő sorok		≈ 50 ² mg/m ³
Porleválasztói por (a hengerállványoktól elszívott por)	100 – 7 600 ¹ g/t	
Elfolyó olaj kibocsátás ⁵	elhanyagolható	
Szennyvíz: (szuszpendált szilárd anyagot, olajat, stb. tartalmaz)	0,8 – 15,3 ² m ³ /t	
Iszap a szennyvízkezelő		

üzemből		
Fémes melléktermékek: végvágási hulladék, hengerlési selejt, kivágott darabok, stb.	70 – 150 ⁶ kg/t	
¹ Forráshely [EC tanulmány] ² Forráshely [EUROFER HR] ³ [EC tanulmány] szerint 22 m ³ /t ⁴ A tartomány felső határa [Com I] szerint ⁵ A hengerműi csarnokban keletkezik, csak a kibocsátó forrás közvetlen közelében észrevehető, és abból nem jelentős mennyiség távozik a szabadba [EUROFER HR] ⁶ Forráshely [Com A]		

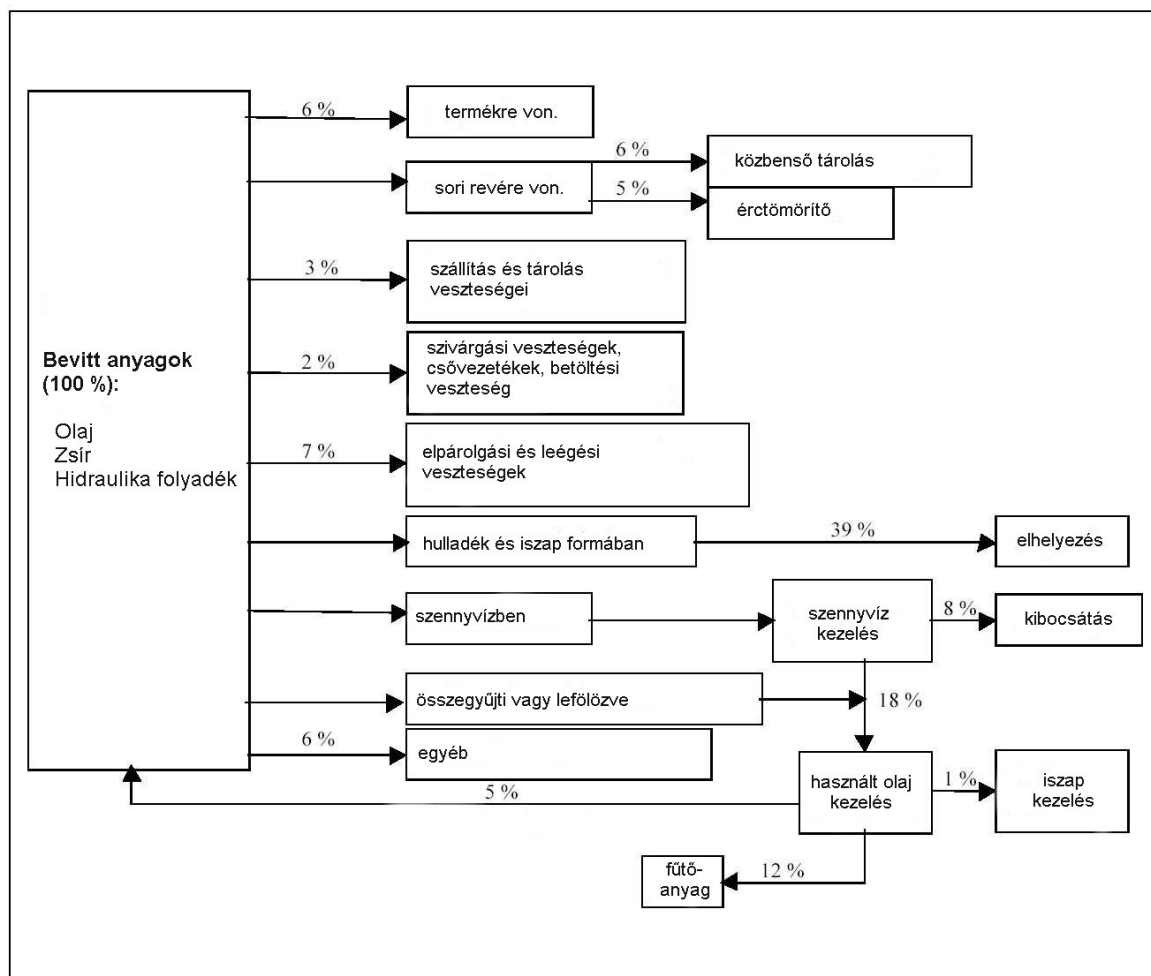
A.3-4 táblázat: A meleghengerlési fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.1.6 Henger előkészítő üzem

➔ Nem áll rendelkezésre adat.

2.1.7 Olaj, zsír és hidraulikaolaj áramlás

A kenéshez használt olaj és zsírok, valamint a hidraulikaolaj olajtartalmú szennyvizet és hulladékot eredményeznek. A bevitt olaj/zsír legnagyobb részét maga a termék, a hengersori reve, az ipari szennyvíz viszi ki a rendszerből, vagy pedig a szabadba távozik. A lapos termékeknél 300 g/t, a szálás termékeknél pedig 100 – 800 g/t közötti a becsült szénhidrogén kibocsátás a szabadba elpárolgás útján, vagyis amikor érintkezésbe kerül a forrófém felületével. Az A.3-3 ábrán az egyik acélmű olaj és zsír áramlási folyamatát mutatjuk be.



A.3-3 ábra: Az egyik tipikus acélmű olajos anyagmérlege [DFIU 96] szerint

2.1.8 Meleghengerműi szennyvízkezelő üzem

Itt a bevitel formája és mennyisége főleg a vízkezelő üzem tervezési kialakításától, valamint az alkalmazott vízkezelési módszerektől, pl. pelyhesítő szerek vagy savak alkalmazásától függ. Emellett a bemenő víz minősége és a fajlagos vízfogyasztás is szerepet játszik.

A reve eltávolításból és a távozó füstgázok mosásából elvezetett szennyvíz – a durva révén kívül – szuszpendált szilárd anyagokat és emulziós olajat is tartalmaz. Nagy mennyiségű vizet használnak fel a hengerek és az anyag hűtésére is, ami szintén tartalmazhat olajat és szuszpendált szilárd részecskéket. A szilárd anyagtartalom koncentrációja 120 ... 2000 mg/l ([DFIU98] szerint mások 50 ... 1000 mg/l mennyiséget adtak meg); a 10 ... 200 mg/l közötti olajtartalom a hengersor típusától függ [EC Haskoning].

A meleghengerművekből elvezetett ipari szennyvíz mennyisége a jelentések szerint 0 ... 22 m³/t közötti tartományban van, beleértve a visszavezetés nélküli hűtőegységeket is. Amennyiben a visszavezetés nélküli hűtőegységeket kizárjuk, úgy a max. fajlagos ipari

szennyvíz kibocsátás 11 m³/t értékig terjed. A visszavezetés nélküli hűtőrendszerek nem tartoznak éppen a „legkorszerűbb” megoldások közé.

Felhasználási/fogyasztási szint		
Technológiai víz		
Pelyhesítő szerek		
Egyebek		
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Elvezetett ipari szennyvíz		
Összes szuszpendált szilárd részecskék (TSS)	20 – 1065 ¹ g/t	5 – 100 ^{1,3} mg/l
Vegyi oxigénigény (COD)	22 – 65 ^{1,5} g/t	18 – 43 ^{1,4} mg/l
Szénhidrogén tartalom	1 – 3 ¹ g/t	0,1 – 10 ¹ mg/l
Cu		0,009 – 0,26 ^{2,6} mg/l
Zn		0,004 – 0,35 ² mg/l
Cd		< 0,05 ⁶ mg/l
Al		0,04 – 0,14 ² mg/l
Pb		< 0,1 ^{2,6} mg/l
Cr		< 0,18 ⁶ mg/l
Cr6+		0,01 mg/l
Mn		0,04 – 0,26 ² mg/l
Fe		0,3 – 2,0 ² mg/l
Ni		0,01 – 2,0 ^{2,6} mg/l
Hg		< 0,01 mg/l
Szabad klór		0,1 – 0,5 ² mg/l
Egyéb paraméterek:		
pH-érték	7 – 8,5 ¹	
hőmérséklet	11 – 30 C° ¹	
Vízkezelési iszap		
¹ Forráshely [EUROFER HR] ² Forráshely [HMIP] ³ [EC tanulmány] 200 mg/l szélsőséges értéket ad meg. ⁴ [EC tanulmány] 80 mg/l normális tartományt ad meg, 200 és 450 mg/l szélsőséges adatokkal. ⁵ [EC tanulmány] szerint ez eléri a 300, a 800 g/t sőt ennél magasabb értéket is. ⁶ Forráshely [EC tanulmány]		

A-3.5 táblázat: Az ipari szennyvízkezelő üzem fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.1.9 Hulladékok és újrahasznosításuk

Az egyes technológiai részfolyamatok között hulladék kibocsátásán kívül az A.3-6 táblázatban áttekintést adunk a megleghengerlés üzemi folyamatai során keletkező hulladékok összesített mennyiségéről és a hasznosítási lehetőségekről is. Hivatkozási alapként itt a megleghengerművet, mint egészet választottuk ki, mivel számos esetben egyszerűen lehetetlen elkülöníteni az egyes technológiai lépésekben külön-külön keletkező hulladékforrásokat és keletkező mennyiségeket.

Hulladék melléktermék fajtája/forrása	vagy	Átlagos fajlagos tömeg [kg/t]	Megadott hulladék ¹ [t] (acélgyártás) ²	Hasznosítás	% ²
Reve (a) lánghányólástól, kőszőrüléstől, sörétszórástól)		3,5	77900 (22 Mt)	Visszavezetve gyáron belül Külsőleg felhasználva ⁴ Feltöltésre	95,9 3,4 0,7
Újrahevítő kemence reve		4	128000 (44,7 Mt)	Visszavezetve gyáron belül Külsőleg felhasználva ⁴ Külsőleg felhasználva ⁵ Értékesítve ⁵ Feltöltésre	37,6 13,4 9,7 29,0 10,3
Olajmentes sori reve		14,1	517000 (36,8 Mt)	Visszavezetve gyáron belül Külsőleg felhasználva ⁴ Külsőleg felhasználva ⁵ Értékesítve ⁵ Feltöltésre	74,8 3,6 15,1 2,9 3,6
Olajos sori reve		11,2	692800 (61,7 Mt)	Visszavezetve gyáron belül Külsőleg felhasználva ⁴ Külsőleg felhasználva ⁵ Értékesítve ⁵ Feltöltésre	81,6 1,6 1,5 9,7 5,6
Por és iszapok a levegőtisztító berendezéstől, Lapos termékek		0,23	2363 (10,2 Mt)	Visszavezetve gyáron belül Külsőleg felhasználva ⁵ Feltöltésre	94,8 0,8 4,4
Por és iszapok a levegőtisztító berendezéstől, Szálalal termékek		0,71	2492 (3,5 Mt)	Visszavezetve gyáron belül Külsőleg felhasználva ⁴ Feltöltésre	16,8 24,5 58,7
Ipari szennyvízkezelési iszapok		3,4	161000 (11 Mt)	Visszavezetve gyáron belül Külsőleg felhasználva ⁶ Értékesítve ⁵ Feltöltésre	7,7 25,3 7,6 59,4
Bontott tűzálló anyagok		0,5	21900 (46 Mt)	Visszavezetve gyáron belül Külsőleg felhasználva ⁷ Értékesítve ⁵	6,0 7,7 13,8

			Feltöltésre	72,5
Megjegyzés: Adatok az [EC tanulmány] alapján; a számértékek száraz súlyra vonatkoznak.				
¹ Az EU kérdőívén megadott válasz.				
² Azon cégek acélgyártása, melyek közölték adataikat az újrahasznosításról.				
³ A százaléktételek a kérdőíveken megadott tömegre vonatkoznak.				
⁴ Nem integrált felépítésű gyárak által közölt adatok, az újrahasznosítás ezért más acélművekben történik.				
⁵ Nincs adat a további felhasználásról.				
⁶ A keletkező mennyiség kb. ¼-ét más acélművekben hasznosítják újra.				
⁷ Főleg tűzállóanyag-gyárakban.				

A-3.6 táblázat: Meleghengerművekben keletkező hulladékok és azok hasznosítási százalékarányai

2.1.10 Zajkibocsátás a meleghengerműben

A meleghengerlésnél keletkező túlzott zaj elsődlegesen belső foglalkoztatás-egészségügyi kérdés, amely ellen rendszerint olyan helyeken alkalmaznak védőeszközöket, ahol már nem lehet a zajt magánál a forráshelynél meggátolni vagy csökkenteni. Egyes esetekben – a technológiai berendezés elhelyezésétől (pl. lakóterülethez közel), valamint a zaj jellegétől (szakaszos, ütésszerű és/vagy nagy rezgésszámú zaj sokkal gyakrabban okoz panaszokat, mint a folyamatos alacsony rezgésszámú) függően ez a gond az üzem területén kívül is felmerülhet, bár ez függ a háttérzaj és más közeli zajforrások szintjétől is.

A legjelentősebb zajforrások a meleghengerlésnél a termékek kezelése során jelentkeznek. Az egyéb olyan zajforrások is jelentősek lehetnek, mint a nagynyomású revétlenítés, az újrahevítő kemence kényszer-huzatának ventilátorai és a meleg/hideg fűrészelés. A termékek kezelésével kapcsolatos főbb gondokat, pl. a nagy átmérőjű csövek és nehéz durvalemezek mozgatásának ütésszerű zajai jelentik. A profilsorok hűtőpadjai ugyancsak magas zajszintű forrásnak tekinthetők, amint a termékeket a hűtés során mozgatják. A nagynyomású revétlenítés (egyes esetekben 250 bar feletti nyomással) újabb szakaszos zajkibocsátó forrást jelent. Az újrahevítő kemencék kényszer-huzat előállító ventilátorai ugyan folyamatosan működnek, de a sebességük változtatható, s ennél fogva az általuk keltett zaj változó rezgésszámú és zajszintű. Az olyan szálalás termékek darabolása a sorban vagy azon kívül, mint az idomacélok vagy sínek, akár meleg vagy hideg fűrészekkel szintén nagy rezgésszámú zajt kelt a vágási művelettel, illetve a súrlódás folytán. Ez lehet szakaszos és nagy rezgésszámú is. Ezek zajszintje abszolút értékben (decibelben) a berendezés/üzem kialakításától függ, de meghaladhatja a 85 dBA értéket.

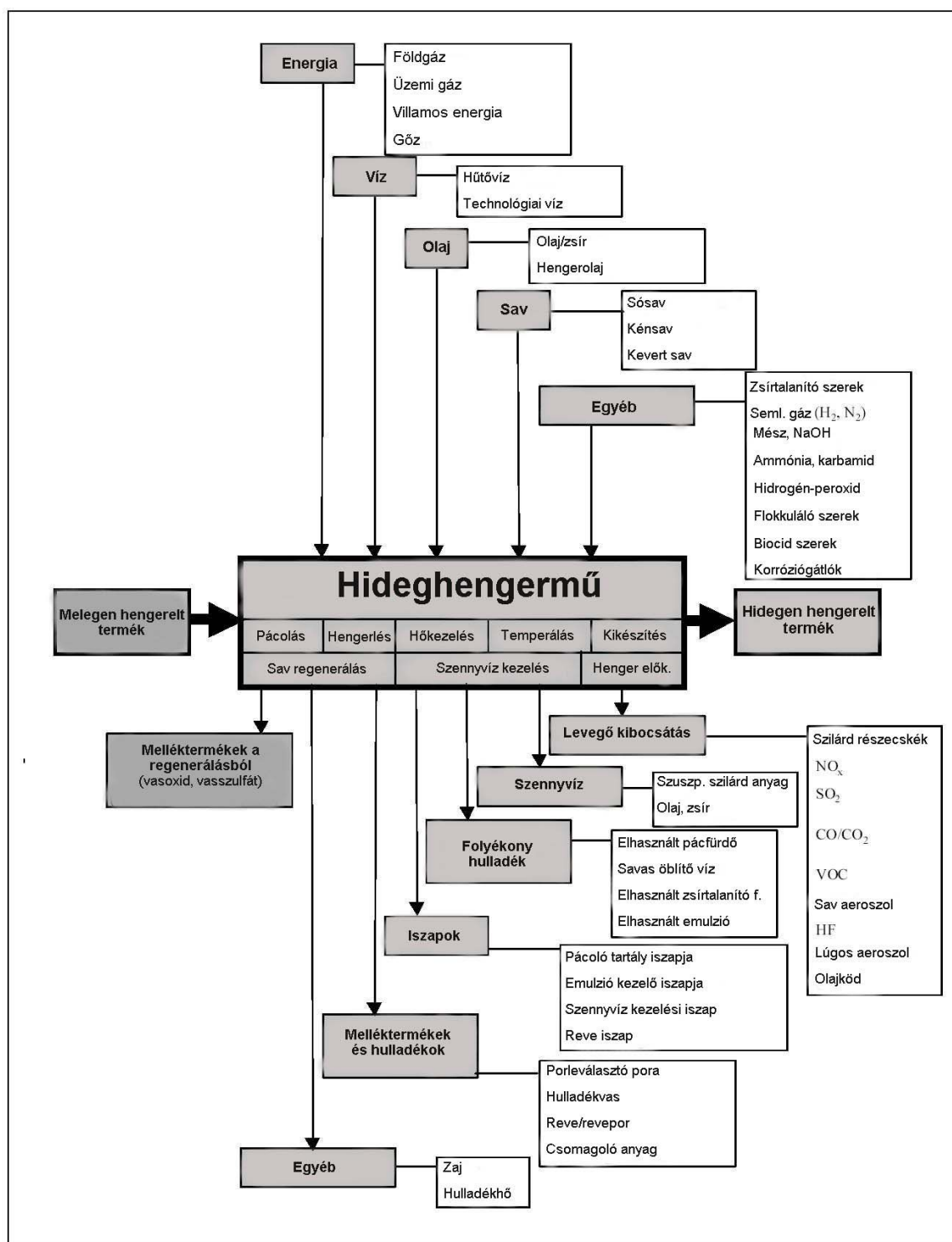
Ami a termékek kezelését illeti, itt a zajok csökkentésének fő módszere az, hogy az egyes gyártási műveleteket ésszerűen felosztva minimálisra csökkentik a termékeknek az anyagkezelő berendezéssel történő kapcsolatba kerülését, ún. hűtőpad csúszósínek. Az egyéb zajforrások legtöbbje rendszerint épületen belül található, és a zajszintjét elfogadható értékre mérsékelik. Az egyedi jellegű helyi problémák esetében olyan kiegészítő védőintézkedésekre van szükség, mint a helyi burkolat és/vagy épületszigetelés alkalmazása, de ezek rendkívül költségesek lehetnek és normális esetben nem tartják szükségesnek.

2.1.11 Beüzemelés és üzemben kívül helyezés

A beüzemelésnek vagy az üzemben kívül helyezésnek a meleghengerművekben tapasztalt környezeti hatásai általában nem fontosak. Rendelkezésre állnak bizonyos berendezések (pl. N₂ átöblítés az újrahevítő kemencékben) a biztonságos munkavégzés biztosítására a beüzemelés vagy üzemben kívül helyezés idején, vagy pedig a berendezések karbantartásának lehetővé tétele céljából.

2.2 Hideghengerművek

2.2.1 A tömegáramlás áttekintése



A.3-4 ábra: Hideghengerművek bevitt/kibocsátott termékeinek, ill. folyamatainak áttekintése

Az itt következő fejezetben bemutatjuk a hideghengerlési termelő tevékenységgel kapcsolatos egyes üzemi lépcsők fajlagos beviteli és fogyasztási, valamint fajlagos kiviteli és kibocsátási adatait.

2.2.2 Alacsonyan ötvözött, ötvözött és magasan ötvözött acél pácolása

Itt a pácfürdő vegyszereként sósavat, kénsavat – s a rozsdamentes acélnál pedig salétromsav és folysav keverékét alkalmazzák. A savfogyasztás nyilvánvalóan attól függ, hogy a savat regenerálják-e vagy sem. Ez függ a fajlagos pácolandó felülettől és az oxidréteg vastagságától is [EUROFER CR].

A korróziógátló olaj fogyasztása az olajozott termékek részarányának százalékától, az alkalmazott olajozó gép típusától (elektrosztatikus vagy fűvókás olajozás), valamint a felvitt olajnak Vevő által előírt mennyiségétől függ [EUROFER CR].

A szükséges energia megjelenési formája a pácfürdők melegítésénél gőz, a hajtásoknál, szivattyúknál, stb. villamos energia, a (HCl) regenerálási folyamatoknál pedig kalorikus energia (földgáz vagy LPG = cseppfolyósított propángáz). Egyes üzemekben a felhasznált savakat nem regenerálják, vagy pedig a regenerálását kiadják alvállalkozónak, ami mindkét esetben alacsonyabb energiafogyasztást eredményez. Az ilyen üzemekben azonban az összes friss savat fel kell melegíteni az üzemi hőmérsékletre [EUROFER CR].

A magasan ötvözött acélok feldolgozásánál ezenkívül sörétre is szükség van (a sörétszóró géphez) a szalag mechanikai revétlenítése céljából. Az NO_x tartalom csökkentésére szükség van vagy hidrogénperoxid adagolást alkalmazni a pácfürdőnél a pácolás során képződő NO_x elnyomásához, az SCR berendezéseknél pedig ammónia vagy karbonid alkalmazására [EUROFER CR].

A pácolás utáni mosáshoz, valamint a pácfürdő előkészítéséhez vízre van szükség. A pácolás során 3 féle ipari technológiai vizet készítenek elő. Ezek a következők: öblítővíz, elhasznált páclé és egyebek (úm. a füstgáz adszorbeálók elfolyó vize a pácoló tartály elszívó rendszerénél és az üzemi tisztító berendezés öblítővize). Az elfolyó ipari szennyvíz mennyiségének nagy része az öblítésből származik, míg a szennyező anyagok által okozott terhelés legnagyobb részét a folyamatos vagy szakaszos pácfürdő csere képezi [EUROFER CR].

Elsődleges célként az ipari szennyvíz mennyiségének csökkentését és a szennyvizek szennyező anyag tartalmának minimalizálását kellene szem előtt tartani, a pácolási folyamat optimalizálása útján. Az ipari szennyvíz mennyisége a sav regenerálása és visszavezetése útján csökkenthető. Egyes üzemek az elhasznált pácoló savat külső felhasználónak továbbítják – pl. vízkezelés céljára. A savas szennyvíz – pl. az öblítő fürdőből vagy a gázmosóktól, amely egyéb technológiai célra már nem használható fel – kezelést/semlegesítést igényel a kibocsátás előtt. A semlegesítéshez azonban ismét csak pótlólagos vegyszerek, úm. mész, NaOH vagy polielektrolit alkalmazását teszi szükségessé.

A pácolási műveletek során vashulladék, revepor és pácoló tartály iszap keletkezik. A savregenerálás során egy tonna acélra számítva 0,05 ... 15 kg iszap (száraz anyagra számítva) keletkezik, melynek átlagos értéke 4,2 kg/t. Az iszapok vastartalma 55 – 66 %, és a rozsdamentes acél feldolgozásnál jelentkezik még ezen kívül 5 – 10 % króm és 3 – 5 % nikkal is [EC tanulmány].

A savregenerálásból származó melléktermékek a vasoxidok vagy vasszulfátok. A regenerálásból származó átlagos vasoxid tartalom 5,5 kg/t. A melléktermékek Fe_2O_3 tartalma rendszerint > 99 %, az egyéb olyan fémek, mint az Al < 0,1 %; Pb, Cu < 0,03 %; Cr, Ni < 0,02 % és Zn < 0,01 % igen alacsony koncentrációja mellett. A klórtartalom 0,1 ... 0,2 % között van.

A vasszulfát képződés 2,5 ... 25 kg/t között van, átlagos mennyisége pedig 17 kg/t. A képződött mennyiségnek csak 0,1 %-át engedik ki feltöltésre, mivel ez a termék külső felhasználásra értékesíthető, ideértve a vízkezelést és vegyipari üzemeket is [EC tanulmány].

A pácolási technológia levegőszennyezése részben a pácolásra szolgáló savtól függ. Ez a következőkből áll:

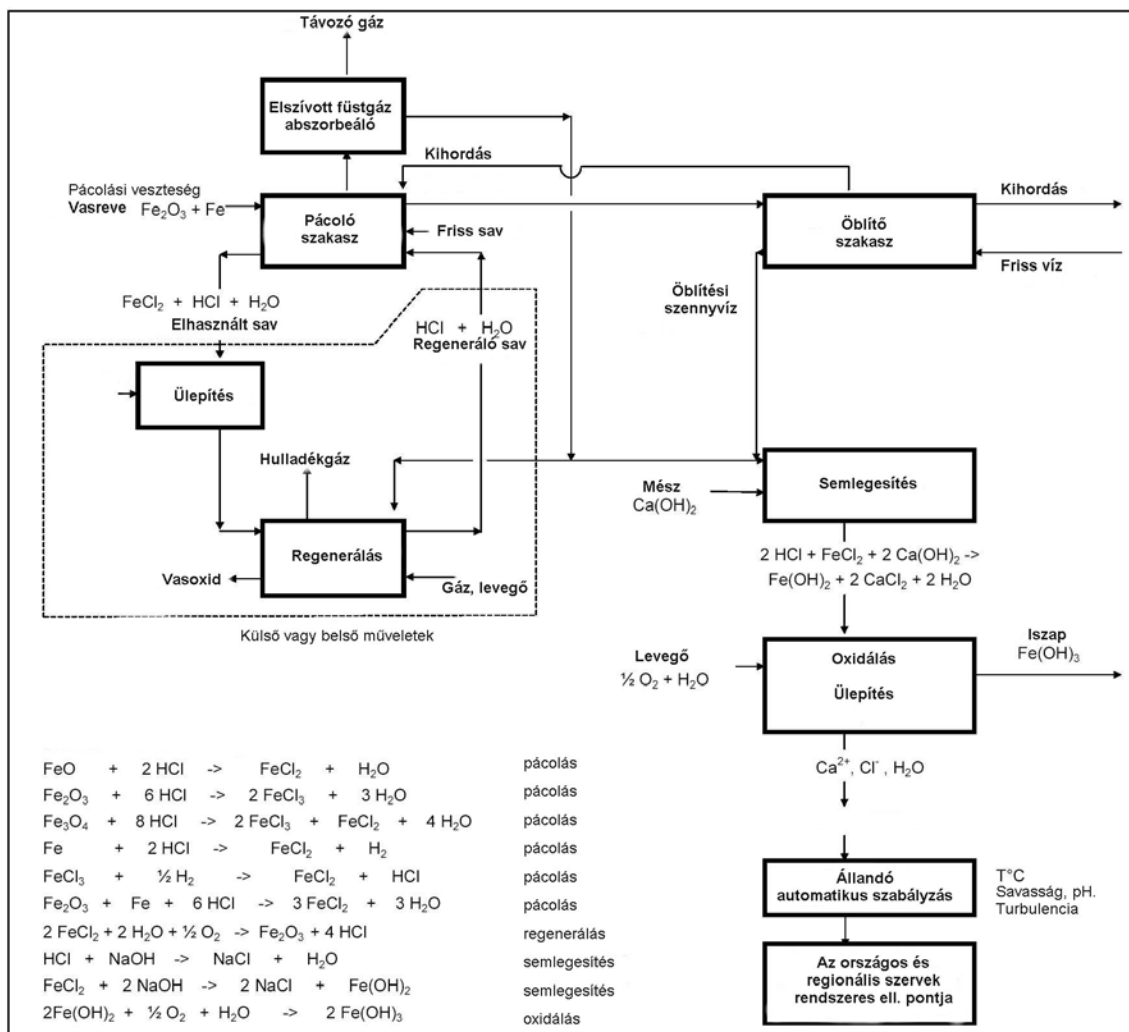
- A pácoló (HCl , H_2SO_4) tartályból távozó savgőzök, amely a pácoló tartály páraelszívó és elnyelő rendszerének, valamint a savregeneráló üzem kéményéből távozik.
- Kevert savas pácolás esetében: NO_x , HF.
- Por, NO_x , SO_x , H_2SO_4 , HCl a regeneráló üzemből.
- A tároló berendezésekből kibocsátott gázok [EUROFER CR].

Amikor a rozsdamentes acélfajtáknál elő-revétlenítést végeznek elektrolitikus pácolás útján nátriumsulfáttal, akkor krómtartalmú ipari szennyvíz és hulladékok (iszapok) keletkezhetnek.

Sok korszerű pácoló sor működik regeneráló üzemmel összekapcsolva. Ennélfogva az egyes pácolási műveleteknél a következő fejezetekben bemutatott fogyasztási és kibocsátási adatok némelyike tartalmazza a regenerálási folyamatot is. Azért ahol lehetséges, ott ezeket különválasztottuk. A regeneráló üzemnek és pácoló tartályokból elszívott gáz tisztításának részletes fogyasztási és kibocsátási adatai az Elérhető Legjobb Technológia megállapítása céljából figyelembe veendő technológiai eljárások leírások megfelelő fejezetében találhatók.

2.2.2.1 Sósavas pácoló sor és regeneráló üzem

A páclé regenerálása a helyszínen vagy azon kívül történik. Az A.3-5 ábrán látható a savregenerálással kiegészített HCl pácoló sor anyagáramlási folyamatábrája.



A.3-5 ábra: HCl pácolási és savregenerálás folyamatábrája [EUROFER CR]

Felhasználási/fogyasztási szint		
Melegen hengerelt szalag	1,01 – 1,05	t/t
Pácoló vegyszer:		
HCl (33 %) regenerálással	0,7 – 0,9 ¹	kg/t
HCl (33 %) regenerálás nélkül	12 – 17,5	kg/t
Korróziógátló olajok	0,1 – 0,2	kg/t
Energia: gőz a fürdő melegítésére	0,03 – 0,07	GJ/t
villamos energia	0,015 – 0,08	GJ/t
kalorikus energia	0,04 – 0,1	GJ/t
Ipari + sótalanított víz	0,02 – 0,13	m ³ /t
Hűtővíz	0,5 – 0,8	m ³ /t

Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Szennyezett gáz	35 – 100 m ³ /t	
Szennyezett levegő	50 – 400 m ³ /t	
Elszívott gáz a savregenerálóból (por, SO ₂ , NO _x , CO/CO ₂ , HCl, Cl)	24 – 38 m ³ /t	
Elszívott gáz a pácoló tartályokból	25 – 400 m ³ /t	

	Por ² HCl ³	n.a. 0,258 g/t	< 5 – 20 mg/m ³ 1 – 30 mg/m ³
HCl (20 %) visszavezetett		23 – 40 kg/t	
Szennyvíz ⁴ Elhasznált páclé		0,025 – 0,07 m ³ /t	
Iszap lepény		0,043 – 1,2 kg/t	
Pácoló tartály iszap			
Olajjal szennyezett hulladék			
Vasoxid (Fe ₂ O ₃)		4 – 12 5 kg/t	
Revepor (a portalanító rendszerben leválasztva)			
Szalag fej/lábvég vágási hulladéka		30 kg/t	
Megjegyzések: forráshely [EUROFER CR]; termelés: 300000 – 2500000 t/év ¹ Németország jelentése szerint a HCl fogyasztás a zártkörű pácoló soroknál alig érte el a 0,01 kg/t értéket [Com D]. ² [EUROFER CR] szerint 10 – 20 mg/Nm ³ , [Corus 31,8] szerint < 5 mg/Nm ³ ³ [EUROFER CR] szerint a kibocsátási szint 10 – 20 mg/m ³ , [EC tanulmány] 1 – 145 mg/m ³ és 2 – 16 g/t és [EPA-453] elért szintje 2,7 – 3,5 mg/m ³ , [EUROFER 6,9] szerint a felső szint 30 mg/Nm ³ , ha folyamatos méréseket is figyelembe veszünk. ⁴ Egyes esetekben nincs savregenerálás, hanem ócskavassal végzik a szabad savtartalom redukálását, FeCl ₂ (használt fürdő): 19,4 kg/t mennyiséget külső felhasználónak értékesítenek. ⁵ Forráshely [EC tanulmány]			

A.3-7 táblázat: Regenerálóval felszerelt HCl pácoló üzemek fogyasztási és kibocsátási szintjei

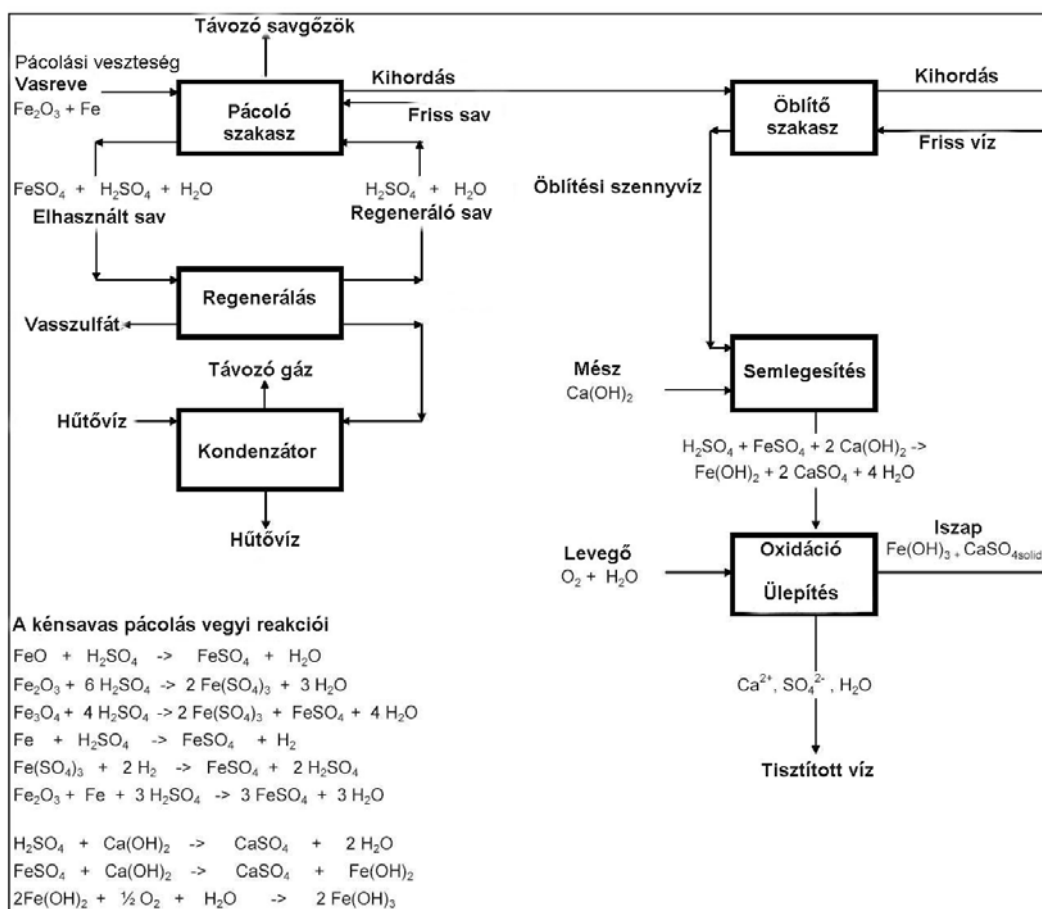
A pácoló üzemekből származó savas öblítővíz felhasználható a gázmosók mosóvíz és a regeneráló üzem iparivíz ellátására. Ami a savas vizet illeti, azt nem vagy részben nem lehet technológiai vízként újrafelhasználni, hanem inkább semlegesíteni kell mésszel vagy NaOH oldattal a semlegesítő üzemben, mielőtt elengednék. Az iszapot szűrőprésben víztelenítik, azután deponálják. A semlegesítés, ülepités és szűrés beviteli és kiviteli adatai, valamint a kibocsátott szennyező anyagok koncentráció értékei az A.3-8 táblázatban találhatók.

Bár a gázmosókból származó és egyéb savas szennyvizeket gyakran semlegesítik, s az iszapot pedig deponálják, azért vannak olyan folyamatok, amelyek lehetővé teszik ezeknek az ipari szennyvizeknek a visszavezetését is. A sósavas pácolásnál például beszámoltak arról, hogy szinte teljesen szennyvízmentesen oldották meg az üzemeltetést [Com D].

Felhasználási/fogyasztási szint		
Nyers szennyvíz	0,025 – 0,07	m ³ /t
Ca(OH) ₂ (95 %)	0,272 – 0,525	kg/t
Polielektrolit	0,22	g/t
Levegő	0,259	kg/t
Energia (villamos)	1	MJ/t
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Különleges kibocsátás	
Iszap lepény	0,043 – 1,2	kg/t
Szennyvíz	0,025 – 0,07	m ³ /t
Szuszpendált szilárd anyagok	2,86	g/t
Fe összesen	0,114	g/t
Megjegyzés: forráshely [EUROFER CR] ¹ A csökkentés mértéke a helyettesítő anyag tömegáramlásán alapul.		

A.3-8 táblázat: HCl pácoló üzemek szennyvízkezelésének fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.2.2.2 Kénsavas pácoló sor és regeneráló üzem



A.3-6 ábra: H₂SO₄ pácoló és regeneráló üzem folyamatábrája [EUROFER CR].

A páclé regenerálása a helyszínen vagy azon kívül történik. Az A.3-6 ábrán látható a savregenerálással ellátott H₂SO₄ pácoló sor anyagáramlásának folyamata.

Felhasználási/fogyasztási szint		
Melegen hengerelt szalag	1,03 – 1,06	t/t
Pácoló vegyszer: 96 % kénsav	7 – 10	kg/t
Hűtővíz	3,84	m ³ /g
Korrózióálló olajok ¹	0,15 – 0,3	kg/t
Energia:		
kalorikus/gőz a fürdő melegítésére	0,05 – 0,1	GJ/t
villamos energia a hajtások számára	0,02 – 0,05	GJ/t
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
FeSO ₄ heptahidrát (a regenerálásból)	26 – 30 kg/t	
Visszavezetett sav (H ₂ SO ₄ 20 %)	0 – 10 kg/t	
Szennyezett gáz	100 – 150 m ³ /t	
Elszívott gáz a pácoló tartályból	50 – 110 m ³ /t	
H ₂ SO ₄	0,05 – 0,1 g/t	1 – 2 mg/m ³
SO ₂	0,4 – 1 g/t	8 – 20 mg/m ³
Elszívott gáz a savregenerálóból	70 – 90 m ³ /t	

(SO ₂ , H ₂ SO ₄)		
Szennyvíz	0,2 – 0,5	m ³ /t
Olajjal szennyezett hulladék	4 – 8	E – 5 m ³ /t
Iszap lepény ³	0,06 – 0,2	kg/t
Revepor (a portalanító rendszerben leválasztva)		
Vashulladék (tekercs szélezési és végvágási)	37 – 45	kg/t
Megjegyzés: forráshely [EUROFER CR]; termelés: 900000 – 1500000 t/év		
¹ Néha hengerolaj		
² Hulladék = por + iszap		

A.3-9 táblázat: Regenerálással ellátott H₂SO₄ pácoló üzem fogyasztási és kibocsátási szintjei

Abban az esetben, ha a (savregeneráló) kondenzátorától kapott hűtővizet, valamint a pácoló üzemből származó savas öblítővizet el kellene engedni, akkor azt általában előzőleg semlegesíteni kell mésszel vagy NaOH oldattal. Az iszapot szűrőprésszel víztelenítik és deponálják. A semlegesítés, ülepités és szűrés beviteli és kiviteli adatai, valamint a kibocsátott szennyező anyagok koncentráció értékei az A.3-10 táblázatban találhatók.

Felhasználási/fogyasztási szint		
Nyers szennyvíz	0,315	m ³ /t
Ca(OH)₂		kg/t
Polielektrolit		g/t
Levegő		kg/t
Energia (villamos)	1	MJ/t
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	
Iszap lepény		kg/t
Szennyvíz:	0,315	m ³ /t
Szuszpendált szilárd anyagok	16 – 20	g/t
Fe összesen	0,3 – 0,5	g/t
Megjegyzés: forráshely [EUROFER CR]		
¹ A csökkentés mértéke a helyettesítő anyag tömegáramlásán alapul.		

A.3-10 táblázat: A H₂SO₄ pácoló üzemek szennyvízkezelésének fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.2.2.3 Kevert (HNO₃-HF) savas pácoló sor és sav visszanyerés

Az A.3-7 ábrán mutatjuk be a savvisszanyerő berendezéssel ellátott kevert savas pácoló anyagáramlásának folyamatát.



1. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 277: 1033-1036.

[illegible]

Elszívott gáz a pácoló üzemből: ^a		
HF	0,2 – 3,4 g/t	0,2 – 17 ³ mg/m ³
NO _x	3 – 4000 g/t	3 – (~ 1000) mg/m ³
SO ₂	1 g/t	1 – 10 mg/m ³
Szennyvíz ⁴	1,0 – 9,0 m ³ /t	
Víz a semlegesítőből (fémek, szuszpendált szilárd anyagok)		
Gázkibocsátás a tárolóból		
Megjegyzés: forráshely [EUROFER CR], kivéve a: [EC tanulmány]		
¹ A sörétszórás csak melegszalagnál alkalmazva (l. pácolás)		
² 15 – 25 mg/Nm ³ forrása [EUROFER CR]; < 1 – 4,5 mg/Nm ³ forráshely [FIN 28,3]		
³ Itt az [EUROFER CR] által megadott tartomány 350 – 600 mg/Nm ³ hidrogénperoxid injektálással és pácoló tartály elszívott gőz abszorbeálóval.		
⁴ Továbbítva a szennyvízkezelőbe.		

A.3-11 táblázat: Kevert savas pácolás és regenerálás fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.2.3 Hideghengerlés

2.2.3.1 Alacsonyan ötvöztött acélok

2.2.3.1.1 Tandem hengerversor

A hengerlési emulzió előkészítéséhez hengerolajat (szükség szerinti adalékkal) és sóatlanított vagy azzal egyenértékű vizet használnak fel. Az alapvető olajat rendszerint naftalin és parafin tartalmú ásványolaj frakciók vagy növény- és zsírtartalmú olajok. Az olaj vízben történő emulgeálása céljából anionos és nem-ionos emulgeáló szert adagolnak. Az emulzió olaj koncentrációja 1 ... 25 % között lehet. A sűrűdés és kopás csökkentése céljából az ásványolajokat olyan szintetikus termékekkel helyettesítik, melyek kiegészítésképpen korróziógátló, habzásgátló és a biológiai lebomlást megakadályozó szereket tartalmaznak. A szokásos hűtő/kenőanyag fogyasztás 1800 és 3000 m³/h között van.

Energia szükséges a hengerállványoknál, az emulzió, hidraulika és olaj rendszerben a hajtásokhoz, a ventilátorok, szivattyúkhoz, stb. A villamos energia fogyasztás függ a hengerelt acél minőségétől, a teljes redukciótól és a hidegen hengerelt termék végső vastagságától. Ezen kívül még gőzenergia felhasználására is szükség lehet az emulziók melegítésekor (igény szerint). Az olajfogyasztás a hidegen hengerelt termék átlagos végső vastagságától függ.

A hideghengerlési műveletek során keletkező szennyvizet emulzió-bontó üzemekben kell kezelni. A távozó szennyvíz azután még tartalmazhat olajat és szuszpendált szilárd anyagokat. Az emulzió-bontó üzemből vagy a hengerversori elszívott levegő abszorbeálójától származó olaj és olajszap sorsával is számolni kell. Még olyan szilárd részecskék (hengerkopás vagy vaspór) kibocsátása is ide tartozik, amelyek a porleválasztó rendszerrel gyűlnek össze.

Felhasználási/fogyasztási szint		
Pácolt acélszalag	1,002 – 1,032	t/t
Hűtővíz	5 – 6,5	m ³ /t
(Folyóvíz, lágyvíz, NaOH, inhibitor)	(0,5) ²	m ³ /t

a hűtővíz rendszer számára		
Ipari + sóatlanított víz	0,014 – 0,04	m ³ /t
Hengerolaj ¹	0,3 – 2,0	kg/t
Egyéb olajok (hidraulika, Morgoil...)		
Energia:	Gőz	0,01 – 0,03 GJ/t
	Villamos	0,2 – 0,3 GJ/t
	Kalorikus	0,001 – 0,036 GJ/t
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Hűtővíz	5 – 6,5 m ³ /t (0,5)2 m ³ /t	
Szennyvíz	0,003 – 0,015 m ³ /t	
Szennyezett levegő	1800 – 2000 m ³ /t	
Kibocsátás a levegőbe: Por	96 g/t	10 – 50 mg/m ³
Szénhidrogén	7 g/t	5 – 20 mg/m ³
Olaj ^a		
	0,6 – (~ 150) ³ g/t	0,1 – 15 (35) ⁴ mg/m ³
	Ø 19,7 g/t	
Olajjal szennyezett hulladék (deponált)	0,2 g/t	
Emulzió (belsőleg újraterjesztve)	5000 – 13200 kg/t	
Iszap lepedő	0,9 – 1,5 kg/t	

Megjegyzés: forráshely [EUROFER CR], kivéve: a [EC tanulmány]; termelés: 1600000 – 3100000 t/év

¹ Hengerolaj fogyasztás a pácoló soron figyelembevételével

² Körforgó víz

³ Diagramból [EC tanulmány]

⁴ Egy szélsőséges érték

A.3-12 táblázat: Emulziós rendszerrel ellátott tandem hengercsapat fogyasztási és kibocsátási szintjei

Irányváltó sor

Felhasználási/fogyasztási szint		
Pácolt acélszalag	1,002	t/t
Hűtővíz	3,2 – 3,5	m ³ /t
Ipari + sóatlanított víz	0,02 – 0,06	m ³ /t
Hengerolaj	0,1 – 0,11	kg/t
Energia:	villamos	240 – 245 MJ/t
	kalorikus	0,023 – 0,024 MJ/t
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Szennyezett levegő	180 – 850 m ³ /t	
Kibocsátás a levegőbe HC olaj ^a	8,4 – 10,1 g/t 0,4 – (~ 150) ¹ g/t Ø 10,8 g/t	10 – 12 mg/m ³ 0,1 – (~ 6) ¹ mg/m ³
Szennyvíz	0,06 – 0,07 m ³ /t	
Iszap lepedő (deponált)	1,9 – 2,0 kg/t	
Emulzió (belsőleg újraterjesztve)	8,5 – 9,0 m ³ /t	
Fémhulladék, vágási hulladék, stb.		

Megjegyzés: forráshely [EUROFER CR], kivéve a [EC tanulmány]; termelés: 250000 – 550000 t/év]

¹ [EC tanulmány] diagramból

A.3-13 táblázat: Irányváltó sorok fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.2.3.2 Magasan ötvöztött acél / irányváltó hengercsapat

Hengerolajként rendszerint adalékolt ásványolajat alkalmaznak. Energiafogyasztóként a hengerállványok és olajrendszerek, hajtások, ventilátorok, szivattyúk, stb. szerepelnek. A

tisztító berendezésekben olajjal szennyezett hulladék (hengerkopási szemcsék, por és acélszalag) keletkezik. Az elszívó berendezés szűrőiből elvezetett olajat regenerálják [EUROFER CR]

Felhasználási/fogyasztási szint			
Rozsdamentes hőkezelt acélszalag	1,01 – 1,03 t/t		
Hűtővíz (visszakeringtetett)	20 – 35 m ³ /t		
Olaj (ásványi)	1,5 – 6,0 l/t		
Olajszűrő közeg	1 – 2 kg/t		
Energia: villamos	0,6 – 0,8 GJ/t		
Melléktermék/kibocsátási szint			
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció	
Szennyezett levegő (hengerállvány elszívott levegő abszorbere)	3000 – 12000 m ³ /t		
olaj ^a	50 – 80 g/t	10 – 12	mg/m ³
	3 – (~ 150) ¹ g/t	0,1 – 16	mg/m ³
	Ø 91,7 g/t		
Olajjal szennyezett szűrőközeg	1,8 – 2,8 kg/t		
Szennyvíz (szuszpendált szilárd anyagok, a vas és ötvöző fémek sói, nyomokban olaj)			
Fémhulladék, vágási hulladék, stb.			
Megjegyzés: forráshely [EUROFER CR], kivéve a [EC tanulmány]; termelés: 40000 – 150000 t/év			
¹ [EC tanulmány] diagramból			

A.3-14 táblázat: Irányváltó hengerek fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.2.4 Alacsonyán ötvözött és ötvözött acélok hőkezelése

2.2.4.1 Szakaszos hőkezelés

2.2.4.1.1 Zsírtalanítás / elektrolitikus zsírtalanítás

Felhasználási/fogyasztási szint		
Lúgos tisztítószer / detergens:		
(marószóda, szóda, lúgos szilikátok, foszfátok)		
Víz		
Energia		
Melléktermék/kibocsátási szint		
Szennyvíz:		
(szuszpendált szilárd anyagokat, oldott kenőolajat tartalmaz)		
Lúgtartalmú füstgáz		

A.3-15 táblázat: A zsírtalanító berendezések fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.2.4.1.2 Hőkezelés

A villamos energia a hajtásokhoz – továbbá fűtésre is – szükséges; kevert gáz (kohó- és kamragáz) a HNX burákhoz, földgáz vagy LPG (cseppfolyósított propán) pedig a nagy hidrogén tartalmú konvekciós burákhoz. A kemencék védőgáz atmoszféráját semleges – rendszerint 3 ... 7 % hidrogént tartalmazó gáz –, vagy helyette 100 % hidrogén képezi.

Felhasználási/fogyasztási szint			
Hidegen hengerelt szalag	1 – 1,01		t/t
Energia:			
villamos	0,06 – 0,12	GJ/t	
kalorikus	0,62 – 0,75	GJ/t	
Hűtővíz	5 – 10		m ³ /t
Semleges gáz (H ₂ , N ₂)			
Melléktermék/kibocsátási szint			
		Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Hűtővíz		5 - 10	m ³ /t
Olajjal szennyezett hulladék (deponált)		2,04 E -4	m ³ /t
Szennyezett gáz		200 – 250	m ³ /t
Kibocsátás a levegőbe: ^a	SO ₂	Rev: (~0) – (~2) ¹	g/t
		Cont: (~0) 1 – 41 ²	g/t
	NO _x	Rev: (~9) – (~900) ¹	g/t
		Cont: (~0,5) – (~250) ¹	g/t
Megjegyzés: forráshely [EUROFER CR], kivéve a [EC tanulmány]; termelés: 175000 – 1500000 t/év Rev = irányváltó sorok, a szakaszos/folyamatos hőkezelés megkülönböztetése nélkül Cont = folytatólagos hengerek, a szakaszos/folyamatos hőkezelés megkülönböztetése nélkül ¹ [EC tanulmány] diagramjából ² egy szélsőséges adat: 194,4 g/t			

A.3-16 táblázat: Szakaszos hőkezelés fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.2.4.2 Folyamatos hőkezelés

Itt a lúgos és elektrolitikus előtisztításhoz szükséges vegyszereket alkalmazni. Továbbá az előnyújtói szűrásokhoz alkalmaznak nedves temperáló hengerlési segédanyagokat és korróziógátló olajokat. A szalag hevítésére pedig rendszerint földgázt, vagy pedig más (az üzemben termelt) egyéb gázt, vagy LPG-t (= cseppfolyósított propángázt) használnak. Villamos energia szükséges a hajtásokhoz, a búszerhez, túlóregítési zónához és kikészítési műveletekhez). Semleges gázként az oxidáció megakadályozása céljából rendszerint nitrogént alkalmaznak kb. 5 % hidrogén adagolással, vagy pedig helyette 100 % hidrogént.

A folytatólagos működésű hőkezelő főleg szennyvizet (olaj, szuszpendált só és COD tartalommal), valamint a hőkezelő kemencéből elszívott füstgázt (NO_x, SO₂, CO, CO₂) bocsát ki.

Felhasználási/fogyasztási szint		
Hidegen hengerelt szalag	1,007 – 1,030	t/t
Vegyszerek a lúgos/elektrolitikus előtisztításhoz		
Energia:		
villamos	0,173 – 0,239	GJ/t
kalorikus	0,775 – 1,483	GJ/t
gőz	0,119	GJ/t
Hűtővíz	23,529	m ³ /t
Semleges gáz (nitrogén/hidrogén)		
Nedves temperáló hengerlési segédanyag (a durva szűráshoz, dinamólemeznél)		
Korróziógátló olajok		
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Szennyezett gáz a hőkezelő kemencéből:	350 – 400 m ³ /t	
Kibocsátás a levegőbe: ^a	Rev: (~0) – (~2) ¹ g/t	
SO ₂	Cont: (~0) 1 – 41 ² g/t	
NO _x	Rev: (~9) – (~900) ¹ g/t	
	Cont: (~0,5) – (~250) ¹ g/t	
Szennyezetthő (gőz, amely visszanyerhető)	0,037 – 0,078 GJ/t	
Szennyvíz (olaj, szuszpendált szilárd anyagok...)	0,118	
Hűtővíz		
Iszap lepény (deponált)	0,018 – 0,47 kg/t	
Revepor		
Olajiszap az előtisztítóból		
Megjegyzés: forráshely [EUROFER CR], kivéve a [EC tanulmány]; termelés: 600000 t/év Rev = irányváltó sorok, a szakaszos/folyamatos hőkezelés megkülönböztetése nélkül Cont = folytatólagos hengerek, a szakaszos/folyamatos hőkezelés megkülönböztetése nélkül ¹ [EC tanulmány] diagramjából ² egy szélsőséges adat: 194,4 g/t		

A.3-17 táblázat: A folyamatos hőkezelő berendezések fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.2.5 Magasan ötvöztött acélok hőkezelése és pácolása

Az A.3-18 táblázatban foglaltuk össze a mh. szalagok folyamatos hőkezelő kemencéjének fogyasztási és kibocsátási adatait.

Felhasználási/fogyasztási szint		
Melegen hengerelt szalag	1,01 – 0,02	t/t
Ipari + sóalanított víz	0,015 – 0,55	m ³ /t
Hűtővíz	0,15 – 1,1	m ³ /t
Energia		
villamos	0,3 – 0,4	GJ/t
kalorikus (gáz)	1,0 – 1,5	GJ/t
gőz	0,06 – 0,13	MJ/t
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Szennyezett gáz	550 – 1000 m ³ /t	
Kibocsátás a szabadba: ^a	0 – (~30) ¹ g/t	
SO ₂	0,1 – (~1500) ^{1,2} g/t	
NO _x		
Szennyvíz	0,4 – 0,5 m ³ /t	
Iszap lepény	2,0 – 15,0 kg/t	
Megjegyzés: forráshely [EUROFER CR], kivéve a) [EC tanulmány]; termelés: 56000 - 550000 t/év ¹ [EC tanulmány] diagramjából ² egy szélsőséges adat: 3820 g/t		

A.3-18 táblázat: Folyamatos hőkezelő kemencék fogyasztási és kibocsátási szintjei

A magasan ötvözött acélok hőkezelése többnyire kombinált hőkezelő és pácoló sorokon történik. Az ehhez szükséges pácoló sav mennyisége a szalag méretétől (felület, térfogat), valamint a reve vastagságától függ. A savfogyasztás még attól is függ, hogy melegen vagy hidegen hengerelt szalag feldolgozásáról van szó.

A szükséges energiatípusok: földgáz és LPG a hőkezelő kemencék számára, gőz a savfürdők melegítésére és villamos energia a hajtások, ventilátorok, szivattyúk, stb. számára.

A kibocsátások itt főleg a semlegesítő üzemek (fémeket és szuszpendált szilárd anyagokat tartalmazó) szennyvizét, a kemencékből távozó füstgázokat (égéstermékek: CO, CO₂, NO_x), a pácoló üzem füstgáz mosóinak (NO_x és HF tartalmú) távozó gázait, valamint a mechanikai revétlenítés porleválasztó rendszerének távozó gázát jelentik [EUROFER CR].

Az A.3-19 táblázatban foglaljuk össze a kombinált pácoló és hőkezelő sorok fogyasztási és kibocsátási szintjeit.

Felhasználási/fogyasztási szint		
Rozsdamentes acélszalag (mh. vagy hh.)	1,03 – 1,08	t/t
Sörét ¹	1,5 – 3	kg/t
Hűtővíz (visszakeringtetett)	10 – 20	m ³ /t
Salétromsav (HNO ₃ 70 %)	3 – 10	kg/t
Folysav (HF 70 %)	2,5 – 7,5	kg/t
Hidrogén-peroxid (H ₂ O ₂ 35 %)	3 – 10	kg/t
Sűrített levegő		
Energia ¹ :		
villamos	0,15 – 0,30	GJ/t
kalorikus (földgáz)	0,7 – 1,8	GJ/t
gőz (sav melegítésre)	0,1 – 0,3	GJ/t
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Reve/sörétszórás por		
A mechanikai revétlenítőből elszívott gáz/por	350 – 450 m ³ /t	
A szennyvízkezelőbe vezetett elhasznált víz	1,0 – 9,0 m ³ /t	
Elhasznált páclé/kevert sav		
Elszívott füstgáz a pácoló gázmosójából		
Távozó füstgáz:		
Kibocsátás a szabadba a kemencéktől: ^a		
SO ₂	0 – (~30) ²	g/t
NO _x	0,1 – (~1500) ^{2,3}	g/t
Megjegyzés: Forráshely: [EUROFER CR]; termelés: 30000 – 300000 t/év		
¹ Sörétszórás alkalmazása csak mh. szalagnál (I pácolás)		
² [EC tanulmány] diagramból		
³ egy szélsőséges érték: 3820 g/t		

A.3-19 táblázat: Magasan ötvözött acélok pácoló és hőkezelő sorának fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.2.6 Temperálás (alacsonyan/magasan ötvözött acélok)

A hengerlés során alkalmazott vegyszer rendszerint a nedves temperáló hengerlési vegyszer 5 %-os oldata, amely nitrit alapú lehet. Itt a szükséges energia melegvíz, valamint a hengerállványok, hidraulika, stb. működtetéséhez szükséges villamos energia.

Felhasználási/fogyasztási szint			
Hőkezelt szalag	1,01 – 1,03	t/t	
Ipari és sótalánított víz	0,002 – 0,004	m ³ /t	
Hűtővíz	1,0 – 4,0	m ³ /t	
Villamos energia	0,02 – 0,15	GJ/t	
Temperáló folyadék koncentrátum	0,11 – 3	kg/t	
Korróziógátló olaj	0,04 – 0,05	kg/t	
Melléktermék/kibocsátási szint			
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció	
Szennyezett levegő	1 - 100	m ³ /t	
Szennyvíz	0,002 – 0,004	m ³ /t	
Olajjal szennyezett hulladékok ¹	6 – 7,5 E -5	m ³ /t	
Temperáló ² /hűtő folyadék			
Iszap lepény ²	2,0 – 4,0	kg/t	
Elfolyó olaj	4 – 5 E -5	m ³ /t	
Megjegyzés: Forráshely: [EUROFER CR]; termelés: 300000 – 1000000 t/év			
¹ Külső elhelyezés			
² Belsőleg újrahasznosítva			

A.3-20 táblázat: A temperálás fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.2.7 Kikészítés (darabolás, ellenőrzés, csomagolás)

Felhasználási/fogyasztási szint		
Hűtővíz	0,5 – 0,7	m ³ /t
Korróziógátló olaj	0,2 – 0,4	kg/t
Feliratozási festék	0,5 – 80	g/t
Fólia (átlátszó)	80 – 90	g/t
Papír (kék)	9 – 80	g/t
VCI papír	1,5 – 1,7	g/t
FLEX-szalagok	0,05 – 0,06	m ² /t
Fa anyag	950 – 1050	g/t
Villamos energia	0,02 – 0,04	GJ/t
Távozó füstgáz/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Olajjal szennyezett hulladék	1,4 – 1,6 E -4	m ³ /t
Hulladék vas	25 – 40	kg/t
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR]		

A.3-21 táblázat: A kikészítés fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.2.8 Henger előkészítő üzem

A henger előkészítő üzem legfőbb felhasználási anyagát a friss emulzió készítéséhez szükséges víz és köszörülési folyadék képezi. A köszörülés során keletkező kibocsátott

szennyező anyagok pedig: az elhasznált köszörülési emulziók és köszörülési iszap [EUROFER CR].

Felhasználási/fogyasztási szint		
Hűtővíz (keringtetett víz)	m ³ /t	
Köszörülési emulzió (friss)	0,4 – 80	g/t
Sörét szemcse (SBT)	40 – 50	g/t
Oldódó olajkoncentrátum	5 – 6	g/t
Króm só (PRETEX)	2 – 3	g/t
Kondenzátum a króm sav számára (PRETEX)	140 – 160	g/t
Távozó hulladék gáz/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Szennyezett gáz ¹	25 – 70 m ³ /t	< 1 mg/m ³ <0,1 mg/m ³
Por Cr		
Köszörülési iszap	0,1 – 0,2	kg/t
Köszörű kő	0,9 – 1,0	g/t
Elhasznált emulzió	0,035 – 0,08	kg/t
Olajjal szennyezett hulladék	1,5 – 2,0 E -4	m ³ /t
SBT por	40 – 50	g/t
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR]		
¹ Krómozó berendezés		
² A hh. szalagot referencia értéként alkalmaztuk a fajlagos fogyasztási értékeknél		

A.3-22 táblázat: A henger előkészítő üzem fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.2.9 A hidraulika folyadékok és kenőanyagok kezelése

A hideghengermű különböző pontjain hidraulika rendszerek vagy pedig olajos és zsíros alkatrészek működnek. Ezeket a rendszereket általában olajszivárgás ellen védett burkolatokban vagy gödrökben helyezik el, nehogy az olaj bejusson a talajvízbe vagy talajba a meghibásodásból eredő olajelfolyás esetén.

Felhasználási/fogyasztási szint		
Hűtővíz	9,0 – 10	m ³ /t
Sótalanított víz	0,05 – 0,12	m ³ /t
Zsír, olaj, hidraulika folyadék	1,5 – 1,8	kg/t
Hengerolaj	0,45 – 2,2	kg/t
Hidraulika folyadék + kenőolajok	0,2 – 0,9	kg/t
Energia		
villamos	0,2 – 0,45	GJ/t
gőz	0,04 – 0,05	GJ/t
Távozó hulladék gáz/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	
Hulladékok (deponált)		
elhasznált olaj + víz + hulladékok	3,0 – 50	kg/t
elhasznált olaj + víz	3,2 – 3,5	kg/t
Szennyvíz	0,05 – 0,12	m ³ /t
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR]		

A.3-23 táblázat: Hidraulika folyadék és kenőrendszerek fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.2.10 Hideghengerművek szennyvíz kezelő üzeme

Az alábbi adatok a hideghengerművekből származó szennyvizekre egészében vonatkoznak, mivel a rendelkezésre álló adatok gyakran nem tüntetik fel az illető szennyvíz forrás pontos helyét.

	Folyamatos szénacél	Irányváltó szénacél	Irányváltó rozsdamentes acél
Fajlagos szennyvíz kibocsátás	0 – 40 m ³ /t	0 – 6 m ³ /t	(~0) – 35 m ³ /t
Szennyvíz kibocsátás a szennyvíz kezelő üzemből (kivéve az egyszeri átáramlásos hűtés)	0 – 12 m ³ /t		
Szuszpendált szilárd anyagok összesen¹	7 – 120 mg/l 2,7 – 520 g/t	(~0) – 2210 mg/l (~0) – (~160) g/t	0 – 60 mg/l 0 – (~180) g/t
COD¹	19 – 5300 mg/l 5 – 220 g/t	15 – 100 mg/l 10 – 80 g/t	10 – 2000 mg/l 10 – 275 g/t
Megjegyzés: Forráshely [EC tanulmány] ¹ Mértékegység módosítva mg/m ³ -ről mg/l-re			

A.3-24 táblázat: Hideghengerművek szennyvíz kibocsátásai

2.2.11 Hulladékok és újrahasznosításuk

Az egyes technológiai részfolyamatokban keletkező hulladékokról szolgáltatott adatokon kívül az A.3-25 táblázatban átfogó áttekintést adunk a hideghengerlési műveletek során keletkező hulladékok egészéről, s azok hasznosítási módjairól. A százalékos érték hivatkozási alapjául a meleghengerművet (hideghengerművet?), mint egészet vettük mérvadónak, mivel az egyes hulladék keletkezési források és az egyes technológiai részfolyamatok során keletkező hulladék mennyiségek külön-külön megállapítása számos esetben egyszerűen lehetetlen.

Hulladékfajta/keletkezési forrás	Átlagos fajlagos tömeg [kg/t]	Közölt hulladékmennyiség ¹ [t] (acélgyártás) ²	Hasznosítás	Százalékarány ³
Olaj regenerálási iszapok	1	13150 (14 Mt)	Újrahasznosítva üzemen belül Külső felhasználás ⁴ Eladásra ⁵ Talajfeltöltésre	50,3 33,7 3,6 12,4
Sav regenerálási iszapok	4,2	36200 (8,5 Mt)	Újrahasznosítva üzemen belül ⁶ Külső felhasználás ⁷ Eladásra ⁵	9,8 9,4 46,0

			Talajfeltöltésre	35,0
Szennyvíz kezelési iszapok	3,3	114000 (19,9Mt)	Újrahasznosítva üzemen belül	32,5
			Külső felhasználás vagy eladás ⁵	1
			Talajfeltöltésre	66,5
Száraz por a levegő portalanítókból Rozsdamentes acélhengertés	5,4	8200 (1,5 Mt)	Újrahasznosítva üzemen belül	38,5
			Külső felhasználás ⁴	42
			Talajfeltöltésre	19,5
Olaj, emulzió, zsír	1,3	17700 (8,7 Mt)	Újrahasznosítás	42,8
			Külsőleg elégetve	34,4
			Talajfeltöltésre	22,8
Bontási tűzálló anyagok		60	Külső felhasználásra ⁵	66
			Talajfeltöltésre	34
Megjegyzés: az adatok [EC tanulmány] alapján értendők; a megadott értékek száraz anyagra vonatkoznak.				
¹ Az EU kérdőíves felmérésére adott válasz.				
² Azon vállalatok acéltermelése, melyek a felhasználásról szolgáltatnak adatot.				
³ A százaléktételek a közölt mennyiségre/kérdőívi válasza vonatkoznak.				
⁴ 56 % elégetve, 44 % olaj regenerálva az erre a célra szolgáló üzemben.				
⁵ További felhasználásról nincs adat.				
⁶ EAF vagy nagyolvasztó				
⁷ A keletkező vasoxidokra vonatkozik.				

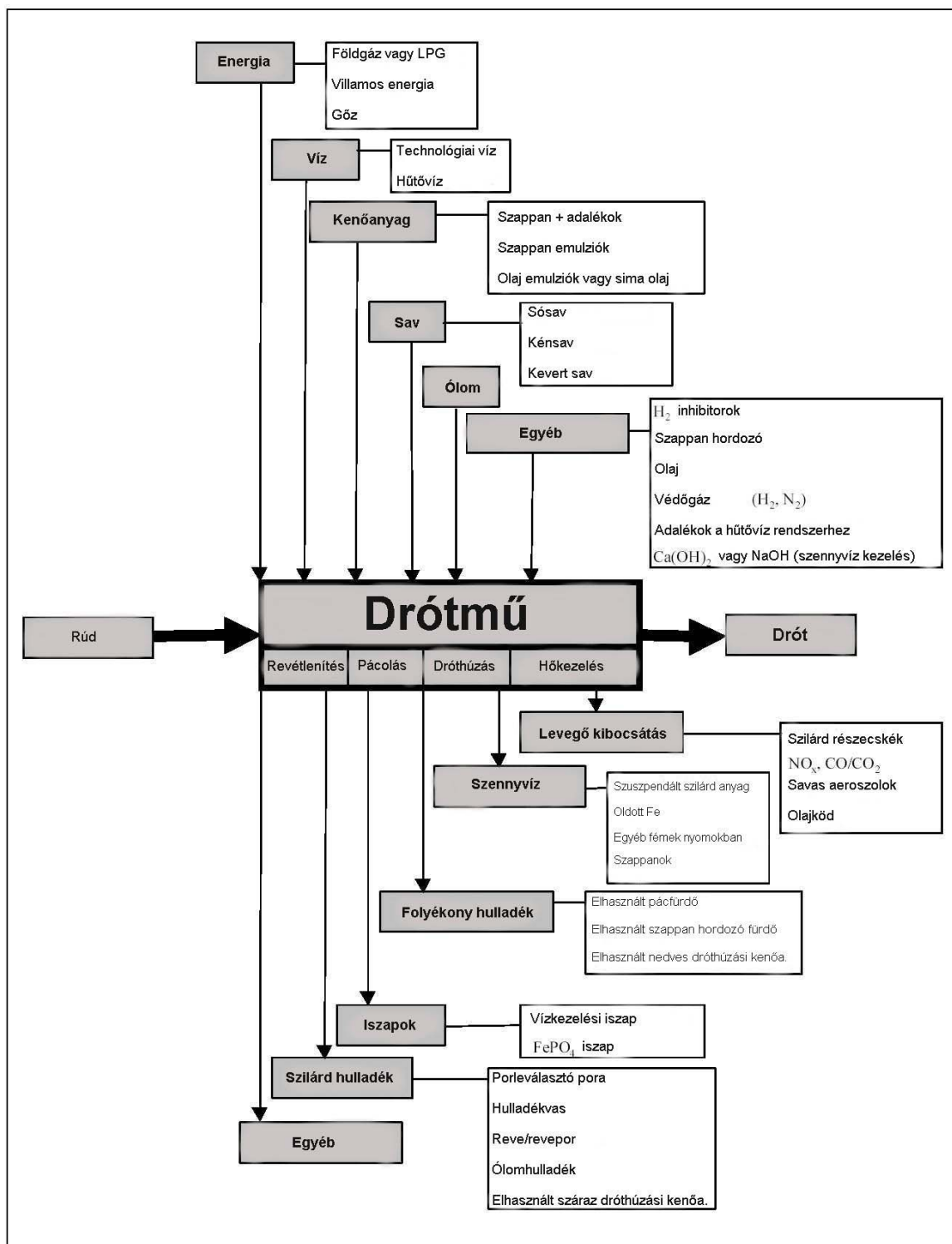
A.3-25 táblázat: A hideghengerművekben keletkező hulladékok és hasznosításuk százalékos aránya

2.2.12 Zajkibocsátások a hideghengerművekben

➔ Erről a hideghengertésre vonatkozóan nem kaptunk konkrét tájékoztatást.

2.3 Rúd- és dróthengermű

2.3.1 A tömegáramlás áttekintése



A.3-8 ábra: A rúd- és drótmű tömegáramlási folyamatábrája

A.3-26 táblázat: Szokásos rúd- és dróthengermű felhasználási/kibocsátási mérlege (hiányzik)

Az alábbi fejezetben a rúd- és dróthengerművek egyes technológiai részfolyamataira (úm. drótrúd előkészítés, dróthúzás, hőkezelési lépcsők) vonatkozó felhasználási és fogyasztási, valamint melléktermék és kibocsátási adatokat ismertetjük. Meg kell jegyezni, hogy a fajlagos

fogyasztási és kibocsátási (a gyártott termék tonnájára számított) adatok az előállított huzal átmérőjétől függően óriási eltéréseket mutathatnak.

2.3.2 Drótrúd előkészítés

2.3.2.1 A drótrúd mechanikai revétlenítése

A mechanikai revétlenítés során a következő szilárd hulladékok képződnek: reve, amely főleg vasoxidból (FeO és Fe₃O₄) plusz nyomokban egyéb fénoxidokból áll, a drótrúdban lévő ötvöző elemektől és szennyeződésektől függően. A legáltalánosabban alkalmazott drót-revétlenítési eljárás, a hajlítgatás viszonylag durva revét eredményez, amely csak elhanyagolható mennyiségű por képződésével jár.

A homokszórásos, kefetisztításos és sörétszórásos eljárás viszont már viszonylag finom revereszecskéket eredményez, s ezeket a berendezéseket fel is szerelik a revepor felfogására szolgáló szűrőrendszerrel. Sörétszórás alkalmazásánál a reveporba belekeverednek a sörétszóró közeg elaprózódott részecskéi is, melyek nem nyerhetők vissza.

Itt a reve nem szennyezett olajjal vagy vízzel, amint az a meleg szalag gyártó iparban szokásos. Az igen finom reve részecskék (pl. porleválasztói revepor) tűz- vagy robbanásveszélyt képvisel.

Szemcseszórási módszerek.		
Felhasználási/fogyasztási szint		
Szemcseszóró anyag		
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Reve (vasoxid)		
Revepor		
Dróthajlítgatás		
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Reve	2 – 5 ¹ kg/t	
Megjegyzés: Forráshely [Com BG]		
¹ A drótrúd átmérőjétől és minőségétől függően		

A.3-27 táblázat: A mechanikai revétlenítés fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.3.2.2 A drótrúd vegyi revétlenítése/pácolása

A vegyi revétlenítés során folyékony hulladékok képződnek az elhasznált HCl vagy H₂SO₄ savból, melyeket nagyrészt fémsókká alakítanak át. Ugyanakkor mechanikus úton aeroszolok (apró HCl vagy H₂SO₄ részecskék) is létrejöhetnek, amikor a drótrudat hagyják lecsepegni.

Ezenkívül a HCl fürdőből savgőzök távoznak és H₂ is képződhet, ha csak nem nyomják el a folyamatot inhibitor alkalmazásával. A fürdőből távozó savgőzöket elszívó berendezéssel távolítják el. Ehhez néha gázmosó is szükséges, az alkalmazott sav típusától és töménységétől függően [Bekaert98].

Felhasználási/fogyasztási szint		
Savak:		
HCl (32 %) (nincs visszanyerés)	15 – 25 kg/t	
HCl (32 %) (visszanyeréssel)	n. a.	
H ₂ SO ₄ (98 %) (nincs visszanyerés)	10 – 20 kg/t	
H ₂ SO ₄ (98 %) (visszanyeréssel)	2,5 – 5 kg/t	
H₂ inhibitor	0,01 – 0,1 kg/t	
Energia (főleg villamos):		
Szivattyúk, ventilátorok, emelő berendezések, stb.	n. a.	
Savmelegítés (csak H ₂ SO ₄)	n. a.	
Öblítő víz¹	n. a.	
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Kibocsátás a szabadba		
HCl pácolás (savgőz, savcseppecskék) ⁶	n. a.	
H ₂ SO ₄ pácolás (aeroszolk, savcseppecskék) ⁶	n. a.	
Elhasznált savak:		
HCl	80 – 90 % ²	200 – 275 g/l
teljes Cl		100 – 160 g/l
Fe		
H₂SO₄		
Öblítő víz	10 – 20 % ²	
FeSO₄ x 7 H₂O⁴	20 – 25 kg/t	
H₂⁵		
Megjegyzés: Forráshely [Com BG]		
¹ Az egyes üzemek között nagy eltérések tapasztalhatók az öblítési kaszkád lépcsők számában, a drótrúd átmérőjében és a minőségi követelmények tekintetében.		
² Az elhasznált savra vonatkoztatva.		
³ Nincs adatunk a H ₂ SO ₄ felhasználásáról, ha nem alkalmazzák az FeSO ₄ kristályosítási regenerálást.		
⁴ A regenerálásból, 96-98 %-os tisztaságú, szennyeződések H ₂ O, H ₂ SO ₄ és ötvöző fémek nyomokban, a drótrúdban lévő ötvözők mennyiségétől függően.		
⁵ A H ₂ kibocsátása elhanyagolható, ha megfelelő H ₂ -inhibitor alkalmaznak. Az inhibitorok alkalmazása rendszerint a szakaszos pácolásra korlátozódik.		
⁶ Forráshely [Stone]		

A.3-28 táblázat: A vegyi revétlenítés fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.3.2.3 Szappan hordozó alkalmazása

A szappan hordozó alkalmazásával kapcsolatos fogyasztási és kibocsátási mennyiség magának a szappan hordozónak a típusától, felhordási vastagságától és a drótrúd átmérőjétől függ. Erről jelenleg nem áll rendelkezésünkre kvantitatív adat.

Zn-PO₄ bevonat alkalmazásakor sűrű FePO₄ iszap vagy lepény képződik, amely nyomokban tartalmaz horganyt, oldható foszfátokat és klorátokat vagy nitriteket a Zn-PO₄ fürdőből. Ezen

kívül az elhasznált szappan hordozó fürdő még szennyező folyadék formájában is előfordulhat. Amennyiben gáz- vagy olajtüzelésű kemencében végzi a szárítást, úgy még a szokásos égéstermék kibocsátás is figyelembe veendő [Bekaert98].

Mész és annak megfelelő termékek	
Fogyasztás	Kibocsátás
– mésztej (mészből és technológiai vízből előállítva) – gőz vagy földgáz – a melegítési vízveszteségek pótlása	– elhasznált mésztejes fürdő (a belekerült szennyeződések felhalmozódása) – esetleges kibocsátások a melegítés során
Lúgsók és lúgsó keverékek	
Fogyasztás	Kibocsátás
– lúgsó (keverék) – víz/melegítési vízveszteségek pótlása – esetleg gőz	– elhasznált szappan hordozó fürdők (a belekerült szennyeződések felhalmozódása) – esetleges kibocsátások a melegítés során
ZnPO ₄ és azzal egyenértékű termékek	
Fogyasztás	Kibocsátás
– Zn, H₃PO₄ és adalék anyagok koncentrált keveréke – víz/melegítési vízveszteségek pótlása – melegítésre használt gőz	– FePO₄ iszap – öblítő víz – <i>a fürdőben lévő lét rendszerint soha nem ürítik le.</i>

A.3-29 táblázat: A szappan hordozó alkalmazásának fogyasztási és kibocsátási szintjei [Com BG]

2.3.3 Dróthúzás

2.3.3.1 Száraz dróthúzás

A száraz dróthúzási folyamat elhasznált kenőanyagot hagy maga után, amely főleg magából a húzási kenőanyagként alkalmazott szappanból (rendszerint a természetes zsírsav lúgsójából + adalékokból) áll, a húzó szerszámban keletkező hő által a kenőanyagból származó bomlástermékekből, szappan hordozóból és fémrészecskékből, ún. Fe vagy Zn (a drót felületétől függően). A dróthúzás során szappan-por is keletkezik, amely megfelelő védőburkolatokkal és az elszívott levegő szűrésével kézben tartható. A nyomokban előforduló szappan elszennyezheti a hűtőtorony lefúvatóját is, amennyiben a dróthúzó gép karbantartása nem megfelelő. Ezen kívül hulladékok keletkezhetnek a törött húzóformákban is [Bekaert98].

Felhasználási/fogyasztási szint		
Száraz dróthúzási kenőanyag (előkészített alkáli szappan + adalék keveréke)	1 – 4 kg/t	
Villamos energia a dróthúzó gép működtetéséhez... ¹	n. a.	
Hűtővíz	n. a. (óriási eltérések)	

Melléktermékek/kibocsátási szint		
	Fajlatos kibocsátás	Koncentráció
Elhasznált szappan + esetleg a szappanszűrő rendszerből származó por	1 – 4 kg/t	
Szappan por kibocsátás	n. a.	
Hűtővíz	n. a.	
Törött húzó formák	nem jelentős	
Megjegyzés: Forráshely [Com BG], az adatok a húzott drót tonnájára vetítve értendők. ¹ Nem áll rendelkezésünkre adat, óriási eltérések vannak az átmérőtől, a kezdeti/végátmérő arányától és az acél típusától függően.		

A.3-30 táblázat: A száraz dróthúzás fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.3.3.2 Nedves dróthúzás

A nedves dróthúzásnál szappan vagy olaj vizes emulzióját alkalmazzák kenésre. Ez az emulzió fokozatosan elszennyeződik a korábbi technológiai lépcsőből származó különböző termékek bekerülése folytán, melyek feloldódnak vagy lecsiszolódnak a drót felületéről (Fe vagy más fémből álló részecskék, amennyiben a drót korábban bevonatot kapott), és a hőhatásra vagy biológiai úton képződött bomlástermékek útján. Ez azt eredményezi, hogy a nedves dróthúzás kenőanyagát időről időre le kell cserélni; a lecserélés gyakorisága csökkenthető egyes szennyező anyagoknak dekantálás vagy szűrés útján történő folyamatos eltávolítása segítségével.

További szennyező forrásokat képeznek a törött húzóformák és a hűtőtornyai lefűvátások, melyek tartalmazhatnak emulziónyomokat is, ha a hőcserélő karbantartása nem megfelelő.

A hűtőtornyos elszennyeződése jóval ritkábban fordul elő a nedves dróthúzó gépeknél, mint a száraz típusúaknál.

Nem állnak rendelkezésünkre adatok a tiszta olajban végzett nedves dróthúzásról; ugyanis az így előállított drót tonnamennyisége elég kicsi. Ha sima olajban végzik a dróthúzást, akkor nem keletkeznek aeroszolok. Itt ugyanis az összes mozgó alkatrész olajba merül; a drót pedig törlőn halad keresztül a dróthúzó gép kimenetén [Com BG].

Felhasználási/fogyasztási szint		
Előkészített koncentrált szappan vagy olaj emulzió	1 – 10	kg/t
Hígító víz a nedves dróthúzás kenőanyagához	20 – 250	l/t
Villamos energia a dróthúzó gép működtetéséhez...	n. a.	
Hűtővíz	n. a. (óriási eltérés)	
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció

Elhasznált nedves dróthúzási emulzió (beleértve a szűrésből/dekantálásból kapott iszapot is)	20 – 250 l/t	
Szuszpendált szilárd részecskék COD (zsírsavas szappan vagy olaj, felületaktív szerek vagy egyéb adalékok)		20 – 80 g/l
Fémek (Fe a fényes drót nedves húzásánál vagy egyéb fémek a bevonatos dróthúzásnál)		0,2 – 1 g/l
Hűtővíz²		
Törött dróthúzó szerszámok		

Megjegyzés: Forráshely [Com BG], az adat a húzott huzal tonna mennyiségére vonatkozik.
¹ Nem áll rendelkezésre adat, óriási eltérések vannak az átmérőtől, a kezdeti/végátmérő arányától és az acél típusától függően.
² A hűtővíz elszennyeződése jóval ritkábban fordul elő a nedves dróthúzó gépeknél, mint a száraz típusúaknál.

A.3-31 táblázat: A nedves dróthúzás fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.3.4 A drót hőkezelése

2.3.4.1 Szakaszos hőkezelés harang- és üstkemencékben

A szakaszos hőkezelő kemencékből származó kibocsátások tartalmazzák a tüzelési égéstermékeket, valamint az (öblítési) védőgáz kis mennyiségét, amelyben előfordulnak kenőanyag bomlási termékek. Ezek a kenőanyag molekuláinak pirolízise/krakkolódása folytán jönnek létre; a szokásos bomlási termékek rendszerint alacsony molekulású olfínek és alkanok.

A hűtővíz nem szennyeződik el, és felhasználható a kemence egyes részeinek hűtésére [Bekaert98], [CET-BAT].

Felhasználási/fogyasztási szint		
Energia (gáz, fűtőolaj, villamos)	n. a.	
Semleges gáz (H ₂ , N ₂ , H ₂ /N ₂ keverék, részben oxidált gáz)	n. a.	
Hűtővíz	n. a.	
Olaj (ha van)		

Melléktermékek/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Égési termékek	n. a.	
Hűtővíz	n. a.	
Elhasznált semleges gáz¹		

Megjegyzés: A drótok hőkezelésére vonatkozóan nincsenek adataink, de ezek feltételezésünk szerint hasonlóak a szalagok hőkezelésénél alkalmazott harangkemencékéhez, bár a dróthúzási területen alkalmazott berendezések mérete jóval kisebb [Com BG].
¹ Rendszerint az összes elhasznált védőgáz elég.

A.3-32 táblázat: A harang- és üstkemencék fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.3.4.2 Folyamatos hőkezelés megolvasztott ólomfűrdőben

Az ólomfűrdős folyamatos hőkezelés ólomfűrdőn és hűtővíz tartályon történő áthúzásból áll. E folyamat során szilárd hulladékok képződnek, amelyek ólomoxidokból és ólommal elszennyeződött fűrdő borító anyagból állnak. A keletkező szennyvizet a hűtővíz kád túlfolyása képezi; ez tartalmaz némi mennyiségű ólmot is. A szabad levegőbe irányuló por kibocsátás kis mennyiségű ólmot és fűrdő lefedő anyagot, valamint szappan pirolízis termékeket (VOC, CO, stb.) tartalmaz [Com BG].

Ezt a hőkezelési lépcsőt gyakran követi még HCl fűrdőben végzett folyamatos pácolás. A rövid tartózkodási idő miatt erre a célra felmelegített és nagy töménységű HCl fűrdőt alkalmaznak. A savfűrdőből elszívott HCl gőzöket nedves gáztisztítón vezetik át. A keletkező folyékony hulladékot elhasznált savak képezik, melyek részben átalakulnak fém sókká és szennyeződések tartalmazzák, úm. vas, ólom, egyéb fémek nyomai és szervesetlen szuszpendált szilárd részecskék; a hűtővíz ezen kívül tartalmaz ólmot is (mg/l mennyiségben). A szennyvíz öblítő vízként jelentkezik a HCl fűrdő után következő kaszkád (többlépcsős) öblítés során, valamint a gázmosók után [Bekaert98], [Com BG].

Felhasználási/fogyasztási szint		
Ólom	1 – 15 1	kg/t
Energia az ólomfűrdő fűtéséhez (gáz, fűtőolaj)	n. a.	
Hűtővíz	1 – 3	m ³ /t
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Ólom hulladék (ólomoxidok + elhasznált fűrdő lefedő anyag)	1 – 15 ¹ kg/t	
Hűtővíz túlfolyás (Pb és szuszpendált szilárd anyag tartalommal)	0,5 – 2,5 m ³ /t	n. a. 2 - 20 mg/l
Az ólomfűrdő kibocsátásai: Pb por TOC		0,02 – 5 mg/m ³ 1 – 30 mg/m ³ 1 – 50 mg/m ³
Kibocsátás az ólomfűrdő melegítő berendezéséből (a szabványos fűtési eljárások szokásos kibocsátásai)		
Megjegyzés: Forráshely [Com BG], az adatok a gyártott drót tonna mennyiségére vonatkozik. ¹ A szélsőséges értékek finom drótra érvényesek.		

A.3-33 táblázat: Ólomfűrdők fogyasztási és kibocsátási szintjei

Felhasználási/fogyasztási szint		
HCl (32 %-os HCl-ben kifejezve)	10 - 100	kg/t
Energia a HCl fűrdő melegítésére ¹	n. a.	
Gázmosó/öblítő víz	0,5 – 5	m ³ /t
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Elhasznált HCl ²	5 – 100 l/t	
Teljes Cl Fe		150 – 275 g/l 60 – 125 g/l

Gázmosó/öblítő víz tartály szennyvize	0,5 – 5 mg/m ³	
HCl (kibocsátás a gázmosóból)		0 – 30 ³ mg/m ³
Kenőanyag elégtelenség		
Szennyvíz		
Por		
Megjegyzés: Forráshely [Com BG], az adat a pácolt drót tonna mennyiségére vonatkozik; a HCl pácolás értékei szintén a más folyamatos HCl pácolási eljárások +/- reprezentatív értékeiként kezelendők. ¹ A fürdő melegítését gyakran a drótban visszamaradó hő végzi. ² Az elhasznált sav tartalmaz Cl, Fe és egyéb szennyezőket, a korábbi technológiai lépcsőktől függően, pl. szappanmaradékokat, pácolt szappan hordozót, Pb... ³ A kis (< 300 g/h) források magas koncentrációjúak lehetnek, mivel a legtöbb országban a kis forrásoknak csak a tömegáramlási korlátozásokat kell kielégíteniük.		

A.3-34 táblázat: A technológiai sorba iktatott HCl pácoló fogyasztási és kibocsátási szintjei

2.3.4.3 Patentírozás

A patentírozó sor olyan kemencéből áll, amelyben közvetlen érintkezésbe kerül a drót az égéstermék gázokkal, az ólomfürdővel és a hűtőkád vizével, ahol a következő hulladékok és kibocsátások képződnek:

A kemencéből levegő kibocsátás távozik. A kemencét földgáz (vagy hasonló kénmentes tüzelőanyag) segítségével 850 ... 1000 C° hőmérsékletre fűtik fel, csekély mértékű O₂ hiány mellett. A kemence távozó füstgázába friss levegőt kevernek bele abból a célból, hogy a CO tartalmát CO₂-dá alakítsák át a szabadba történő kibocsátás előtt. Ebben a közegben az NO_x és SO₂ tartalom elhanyagolható: a redukáló atmoszféra/fűtőanyag kénmentes.

Itt az ólomfürdőt hűtésre használják – a hőkezelésnél alkalmazott ólomfürdővel ellentétben, s itt nincs visszamaradó kenőanyag leégés, miáltal a szabadba irányuló kibocsátás is kizárólag (fürdő lefedő anyagból és Pb nyomokból álló) porra korlátozódik.

Az ólomfürdő szilárd hulladékait ólomoxidok és elhasznált fürdő lefedő anyag maradékok képezik. Szennyvíz a hűtőfürdőnél képződik. Egyes berendezéseknél szükséges még hűtővíz a forró dróttal érintkezésbe kerülő mozgó alkatrészek hűtésére is [Com BG].

Felhasználási/fogyasztási szint		
Ólom	1 – 10	kg/t
Energia (kemence fűtésére, valamint az ólomfürdő induláskori és készenléti periódusokban történő melegítésére)	n. a.	
Hűtővíz	1 – 3	m ³ /t
Hűtővíz	0 – n. a.	
Melléktermék/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Ólom hulladék (ólomoxidok + elhasznált fürdő lefedő anyag)	1 – 10 kg/t	
Hűtővíz túlfolyás	0,5 – 2,5 m ³ /t	

(Pb és szuszpendált szilárd anyag tartalommal)	SS Pb		n. a. 2 – 20 mg/l
Ólomfürdő távozó kéménnyüstje	Pb por		< 0,02 – 1 mg/m ³ 1 – 30 mg/m ³
Kemence távozó kéménnyüstje	CO		50 – 300 mg/m ³
	NOx, SO ₂		elhanyagolható
Megjegyzés: Forráshely [Com BG], az adatok a gyártott drót tonna mennyiségére vonatkozik.			

A.3-35 táblázat: A patentírozás fogyasztási és kibocsátási szintjei [Bekaert98]

2.3.4.4 Olajban edzés és temperálás

Az olajban edző és temperáló sor lényegében egy védőgáz atmoszférában végzett hevítési lépcsőből, olajban vagy vízben történő lehűtésből és temperáló kemencében történő újrahevítésből áll. A hulladékok és kibocsátások az alkalmazott fűtési módtól, hűtőközegetől és újrahevítési eljárástól függnnek. Ez – a termékek a széles átmérő tartományával kombinálva – lehetővé teszi általánosan elfogadható számértékek megadását az olajos edző és temperáló sorra [Com BG].

Felhasználási/fogyasztási szint	
Energia a fűtésre (villamos és/vagy földgáz)	
Védőgáz	
Hűtőközeg (olaj, víz, adalékok)	
Ólom (ha van)	
Hűtővíz	
Melléktermék/kibocsátási szint	
Ólomfürdő alkalmazásakor:	ólomhulladék
Hűtővízes hűtésnél:	szennyvíz
Olajos hűtésnél:	elhasznált hűtőolaj aeroszol kibocsátás a szabadba
Földgázzal végzett fűtésnél:	a szokásos égéstermékekből álló füstgáz
Elégett védőgáz	

A.3-36 táblázat: Az olajban végzett edzés felhasználási/kibocsátási mérlege

2.3.4.5 Rozsdamentes acélhuzal hőkezelése

Erre vonatkozóan nem tudunk megadni kvantitatív tömegmérleget (az adatok hiánya/a kis tonna mennyiség – a sima acélhoz viszonyítva/továbbá az átmérő és a rozsdamentes acél összetételének nagy mértékű változatossága miatt sem).

Felhasználási/fogyasztási szint
Energia: gáz (fűtőolaj), villamos
Semleges gáz: H ₂ , N ₂ , H ₂ /N ₂ keveréke
Hűtővíz

Melléktermék/kibocsátási szint
Égéstermékek
Hűtővíz
Forrás [Com BG]
Megjegyzés: Rendszerint az összes elhasznált védőgáz elég.

A.3-37 táblázat: A rozsdamentes acél hőkezelésének kvantitatív felhasználási/kibocsátási mérlege

2.3.4.6 Feszültségmentesítés

Legfontosabb alkalmazási helye az előfeszített betonhoz szükséges betonvas-gyártó soron van. Itt felhevítésre indukciós módszert alkalmaznak.

Felhasználási/fogyasztási szint
Villamos energia az indukciós fűtőtekercshez és esetleg a hőtartási zóna számára
Hűtővíz – a berendezés és a drót hűtésére
Melléktermék/kibocsátási szint
Hűtővíz
Forráshely [Com BG]

A.3-38 táblázat: A feszültségmentesítés kvalitatív felhasználási/kibocsátási mérlege

2.3.5 Zajkibocsátások a dróthúzó üzemben

A túlzott mértékű zajszint mindenek előtt belső foglalkozási egészségvédelmi kérdés, amelynek során rendszerint ott alkalmaznak személyi védőeszközöket, ahol nem lehet az egyes zajokat mindjárt a forrásuknál megszüntetni vagy csökkenteni. Egyes esetekben a technológiai folyamat elhelyezkedésétől és a zaj jellegétől, valamint az adott helyszín környezeti szempontjaitól (egyéb zajforrások, körülötte lévő lakóterület, ...) és az üzem meglévő sajátságaitól (zajcsökkentés magának az épületnek a szerkezete által) függően a kibocsátott zaj esetleg gondokat okozhat az üzem környezetében.

A dróthúzási technológiai folyamatok főbb zajforrásai a következők:

- Forgó berendezések, ún. nedves dróthúzó gépek; száraz dróthúzó gépek; szál-fellevő és áthúzó berendezések a felületbevonó sorokon.
- Sűrített levegős lefúvató vagy légkefe berendezések, amelyek sűrített levegő segítségével tisztítják a drótot és nagy rezgésszámú zajokat kelthetnek.
- Drótrúd kibocsátó egységek, ismétlődő zajkeltéssel.
- Kemence égők.

Ezek az üzemi tevékenységek rendszerint folyamatos jellegűek, és épületen belül zajlanak. Emiatt az épületen kívüli hatásuk minimális mértékű – olyannyira, hogy emiatt azután az üzem környezetében ritkán jelentenek gondot.

Az esettanulmányok azt mutatják, hogy a nem technológiai folyamatból eredő zajforrások okozzák a fő gondot a lakótelepek környékén elhelyezkedő dróthúzó műveknél – ún. szellőző vagy üzemi segédberendezések. Ilyen esetekben a megoldás áthelyezés, pótlólagos szigetelés vagy helyi burkolatok alkalmazása lehet ezeknél az utolsó kategóriájú zajforrásoknál.

3 A MELEG- ÉS HIDEGALAKÍTÁS ELT ELJÁRÁSAINAK MEGHATÁROZÁSÁHOZ FIGYELEMBE VEENDŐ TECHNOLÓGIÁK

Ebben a fejezetben az egyes technológiai lépcsők környezetvédelmi és energia-megtakarítási céljaira szolgáló eljárásokat ismertetünk. Mindegyik eljárásnál közöljük az alkalmazásával elérhető főbb kibocsátási szinteket, az alkalmazhatóságot, a kibocsátások monitoring megoldását, az egyes felhasznált, ill. kibocsátott közegekre/anyagokra gyakorolt kihatásait, a referencia üzemeket, az üzemeltetési adatokat, az alkalmazásuk gazdaságossági és motiváló tényezőit – ahol csak ezek az adatok rendelkezésre állnak és helyénvalók.

Az itt felsorolt eljárások némelyike túlnyomórészt a termék minőségének javítását és kihozatalának növelését célozza. Mivel azonban ezeknek a megoldásoknak egyúttal környezeti (úm. kevesebb hulladékképződés, energiafelhasználás csökkenés, kevesebb szennyeződés kibocsátása) kihatásai is vannak, ezért azokkal itt is foglalkozunk – legyen az ilyen irányú csökkentő hatásuk csak korlátozott mértékű.

3.1 MELEGHEGGERMŰ

3.1.1 A nyers- és segédanyagok tárolása és kezelése

3.1.1.1 Ismertetés

Olaj: Olajelfolyás a tároló tartályoknál és csővezetékeknél fordulhat elő. Az ilyen elfolyásokat a szivattyúk gyűjtőtechnőiben fogják fel, ahonnan az olaj, zsír és víz keveréke azután közbenső elfolyó olajtároló tartályokba vezethetők. A megtelt tartályok leürítése megoldható ezzel foglalkozó külső vállalat segítségével integrált nagyüzemek esetében, vagy belső hőhasznosító üzemek útján, vagy pedig a kohóba vagy kokszolóba történő beadagolással.

A szénhidrogének nem szándékos kiszabadulása időszakos ellenőrzésekkel, továbbá a tömítések, tömbszelencék, szivattyúk és csővezetékek megfelelő megelőző karbantartásával előzhető meg.

Az elszennyeződött elfolyó vizet a különböző fogyasztóknál (hidraulikus aggregátoknál) össze kell gyűjteni, s azután közbenső tároló tartályba szivattyúzható. Az olajszennyeződést, a vízből kiválasztva azután újra fel lehet használni vagy hasznosítani – pl. a kohóba injektálva, vagy pedig külső felhasználás útján. Az újrahasznosítás érdekében a szeparált olajat megfelelő mennyiségben kell visszanyerni, mégpedig az újrafelhasználásnak megfelelő formában; és pedig a visszanyert (újrafelhasznált) olaj vegyi összetételének és fizikai jellemzőinek (pl. viszkozitásának) azonosnak kell lenni az új olajével. A leválasztott víz tovább kezelhető víztisztító műben, pl. ultraszűrővel vagy vákuumos elpárologtatással (pl. az ipari mosógépek esetében).

A víz és rege szénhidrogénekkel (olajokkal és zsírokkal) történő elszennyeződésének teljes mértékű megakadályozása – még oly óvintézkedések alkalmazása mellett is – csaknem lehetetlen.

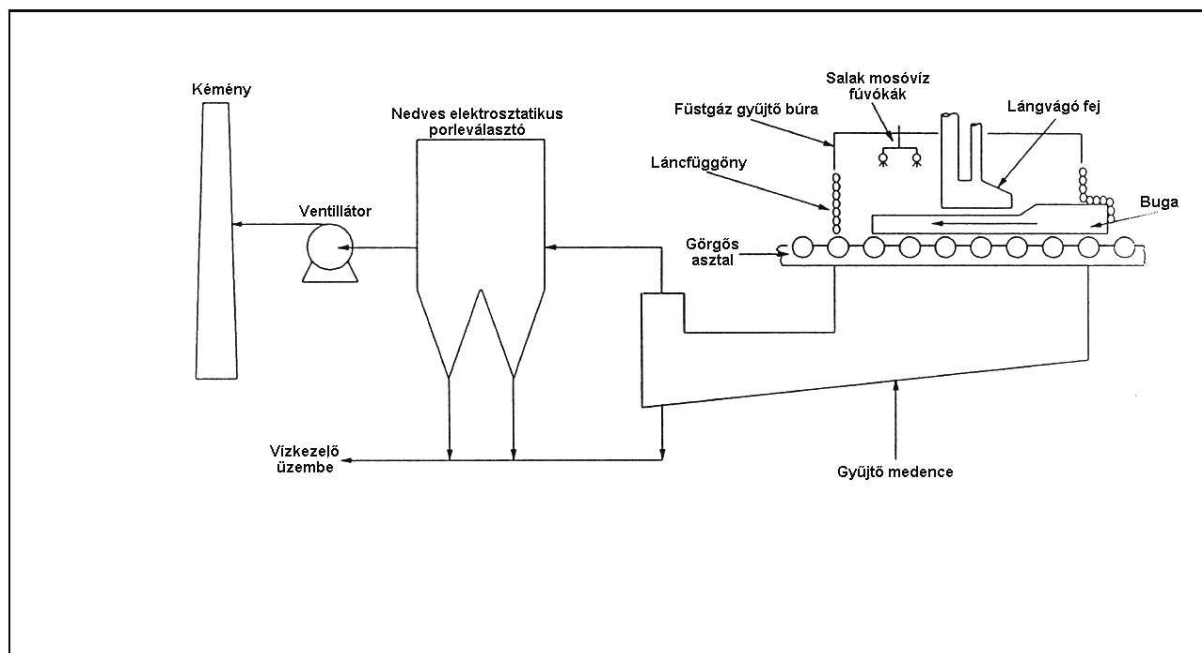
3.1.2 A bevitt félkész termékek felületi kezelése

3.1.2.1 Zárt lánghántolási eljárás hulladékgáz tisztítással

Ismertetés:

Amint az A.4-1 ábrán látható, a lánghántolás olyan teljesen zárt bura alatt zajlik le, amely felfogja az oxigén és tüzelőanyag lángja által keltett füstgázt és port. Ezt a szennyezett gázkeveréket azután száraz vagy nedves elektrosztatikus porleválasztókkal vagy zsákos szűrőkkel tisztítják. Az összegyűjtött port az integrált acélművekben belsőleg újrahasznosítják, vagy pedig ezzel foglalkozó vállalatnak adják tovább.

A salakot a kezelt felületről vízugarakkal távolítják el. Az elhasznált ipari vizet és salakot a görgős asztal alatti aknában gyűjtik össze, és a víztisztító műbe továbbítják.



A.4-1 ábra: A lánghántolás tisztító rendszerének folyamatábrája (ezen a példán nedves EP alkalmazásával) [HMIP]

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenti a szennyezett levegő/por eltávozását.

Alkalmazhatóság:

- Új üzemekben (mivel meglévő üzemekben nehezebb megvalósítani épületszerkezeti problémák miatt).
- Nem alkalmazható kézi lánghántolásnál.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- Növeli az energiafelhasználást.
- Hulladékokat (porleválasztói port vagy iszapot) termel, melyeket össze kell gyűjteni, elhelyezni vagy hasznosítani.
- A hulladékok képződése belső újrahasznosítás útján csökkenthető.

Referencia üzemek:

- SIDMAR, Aceralia (Avilés, Spanyolország)

Üzemeltetési és gazdaságossági adatok:

A SIDMAR példáján bemutatva:

Itt a lánghántoló üzem külön épületben helyezkedik el (mérete 32 x 18 x 9 m), amely hangszigetelő oldalfalakkal ellátva 1 m távolságban csupán max. 85 dBA zajt kelt. A füstgázt a tető 4 sarkán fogják fel. A teljes berendezés szívás alatt üzemel, 200000 m³/h elszívási mennyiség mellett. Az elszívás az éppen zajló lánghántolási művelet helyének függvényében automatikus szabályozással működik (a füstgáz 2/3 részét ugyanis a munkaterület feletti

térben szívják el). Az elszívott levegőt 3576 m² hasznos felületű zsákos szűrővel tisztítják, ami a távozási ponton megmaradó por mennyiségét 5 – 10 mg/Nm³ értékre csökkenti (folyamatos optikai méréssel ellenőrzik a kéményben).

		Telepítés éve	Füstgáz mennyiség [m ³ /s]	Szilárd részecskék kibocsátása [mg/m ³]	Energia fogyasztás [kWh/1000 m ²]	Költsége EURO '000
a	Nedves EP (□buga lánghántoló)	1973	32	20 – 115		
b	Nedves EP			< 20		
c	Nedves EP	1988	kb. 60	30 – 80		n. a.
a	Száraz EP (lapos □buga lánghántoló)	1986	30	20 – 115		
b	Száraz EP			< 50		420
d	Zsákos szűrő	adatok: 1998	30	< 10		
b	Zsákos szűrő		Ø 42 Max. 55	< 20	155	I ² : 2200 O ^{1,3} 0,058
e	Zsákos szűrő		55,6	5 – 10		

Megjegyzés: EP = elektrosztatikus porleválasztó; I = beruházási költségek; O = üzemeltetési költségek
a: [EUROFER HR]
b: [CITEPA], a megadott szinteket a levegő ELT adataként közölték
c: [Input-HR-I]
d: [DFIU98]
e: SIDMAR vállalati adatközlés
¹ A referencia 1000 m² lánghántolt felület
² A beruházási költségeket a teljes berendezésre adták meg, beleértve az építési költségeket, szűrő (3200 m² szűrőfelülettel), elszívó bura, ventilátorok, motorok, csővezetékek, szabályozó berendezés, stb. költségeit is.
³ Az üzemeltetési költségek a teljes kapacitásra értendők, 60 % munkaerő ktg.

A.4-1 táblázat: Lánghántoló üzemből kapott üzemeltetési adatok és annak elérhető porkibocsátási szintjei

Mivel a lánghántolás által kibocsátott füstgáz eléggé korrodáló természetű, ezért a tisztító berendezések jól működése érdekében igen fontos a megfelelő karbantartás. A porleválasztó elektródáinak, a hozzá kapcsolódó egyéb belső berendezésnek, stb. rendszeres ellenőrzése ajánlatos a korrózió figyelemmel kísérése céljából.

Ha a füstgáz nagyon nedves, akkor a zsákos szűrők működtetése gondokat okozhat [Com HR].

Az alkalmazás motiváló tényezője: káros szennyeződések kibocsátásának megakadályozása [Com HR].

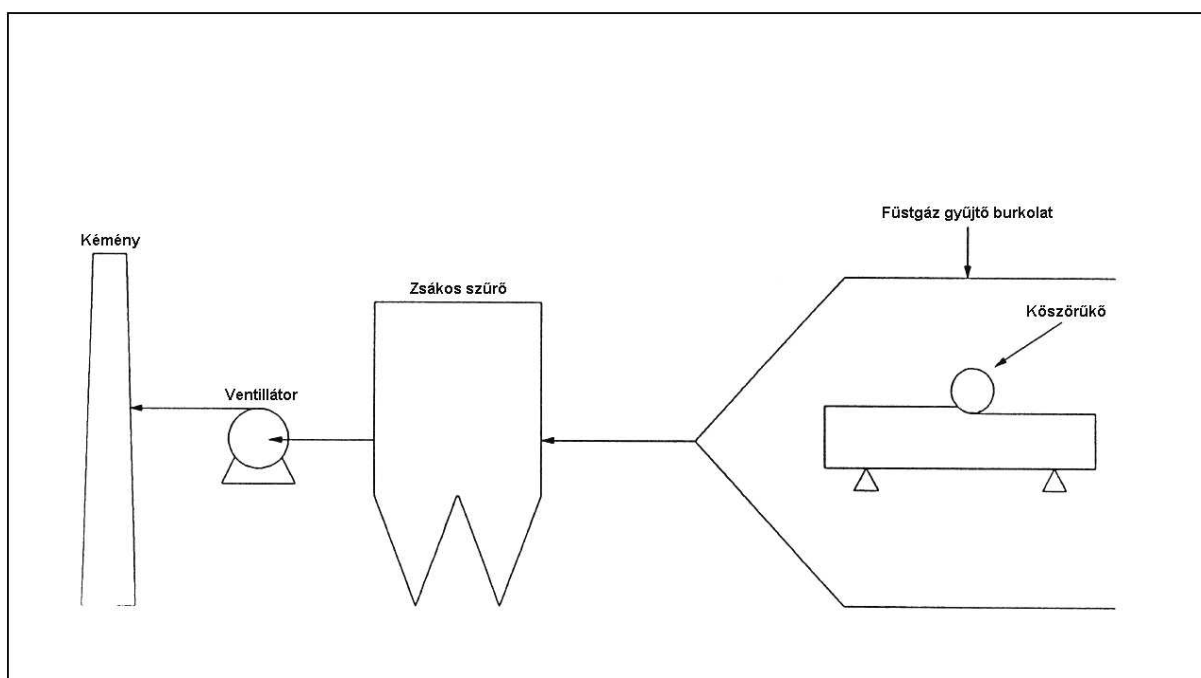
Hivatkozott irodalom: -

3.1.2.2 Zárt kialakítású bugafelület köszörülő műhely hulladékgáz tisztítóval

Ismertetés:

Itt a köszörülés során keletkező por összegyűjtése és leválasztása zsákos szűrőkkel történik. A köszörülést kézi úton végzik erre a célra kialakított fülkékben, amelyek elszívó burákkal vannak ellátva. A gépi köszörülést már zajtompító, teljesen zárt burkolattal alakítják ki. A tisztító berendezéseket mindkét esetben vagy különállóan, vagy pedig az üzemhez kapcsolódva telepítik.

Az összegyűjtött por az integrált acélművekben belső újrahasznosításra kerül, vagy pedig átadják azt ezzel foglalkozó cégnek.



A.4-2 ábra: Felületköszörülő műhely légtisztító berendezésének folyamata [HMIP]

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenti a szennyezett levegő/por eltávozását.
- Csökkent mértékű zajkibocsátás.

Alkalmazhatóság:

- Új üzemeknél.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- Növeli az energiafelhasználást.
- Hulladékokat (porleválasztói port vagy iszapot) termel, melyeket össze kell gyűjteni, elhelyezni vagy hasznosítani.
- A hulladékok képződése belső újrahasznosítás útján csökkenthető.

Referencia üzemek: -

Üzemeltetési adatok:

		Telepítés éve	Hulladék- g mennyisé- g [m ³ /s]	Szilárd részecskék kibocsátás a [mg/m ³]	Energia fogyasztá- s ¹ [kWh/1000m ²]	Költsége EURO '000
a	Kompakt cellás szűrő ²	1980 – 1989	2,5	20 – 100		
a	Pulzáló vízugaras szűrő ³	1995	7	< 30		

a: [EUROFER HR], által szolgáltatott jellemző üzemeltetési és kibocsátási szintekre vonatkozó adatok [Com2 HR]

¹ Hivatkozási alap 1000 m² köszörült felület

² Szűrőzsák hasznos felülete 120 m²

³ Szűrőzsák hasznos felülete 234 m²

A.4-2 táblázat: A bugafelület köszörülő műhely üzemeltetési adatai és elérhető porkibocsátási szintje

Gazdaságosság: -

Az alkalmazás motiváló tényezője: A szennyező anyagok kijutásának megakadályozása [Com HR]

Hivatkozott irodalom: -

3.1.2.3 CAQC – Számítógépes minőség szabályozás
Ismertetés:

A számítógépes minőség szabályozás célja az, hogy elősegítse a gyártott FAM bugák minőségének javítását, csökkentve ezáltal a kihengerelt termékek felületi hibáit. Számítógépes modell figyel és szabályozza az öntési feltételeket a különböző perifériális mérések alapján. Bármilyen, az üzemeltetési paraméterekben bekövetkező változás módosítja az öntőgép alapérték-beállítását, hozzáigazítva azt az optimalizált öntési folyamathoz. Felismeri az öntési feltételekben bekövetkező olyan változásokat, amelyek a szabályozási kör segítségével nem korrigálhatók, és felületi hibákhoz vezethetnek, és vizualizálja (képileg megjeleníti) a rendszer segítségével, hogy az esetleges hiba megjelenési helye jól azonosítható legyen. Ezután a hibás hely szelektív (kézi) javítása lánghántolással elvégezhető – ahelyett, hogy az egész bugát kellene automatikus lánghántolásra bocsátani.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenti a szennyezett levegő és lánghántolási hulladékok mennyiségét, a szelektív kézi lánghántolás alkalmazásával.
- Csökkenti a lánghántoláshoz szükséges energia fogyasztás mértékét.
- Javítja a felület minőségét, csökkenti a selejtképződést.

	CAQC nélkül	CAQC alkalmazásával
Gépi lánghántolással	32 %	9 %
Ellenőrzés és szelektív lánghántolás	68 %	8 %
Ellenőrzés és lánghántolás nélkül		83 %

A.4-3 táblázat: A lánghántolás mennyiségének összehasonlítása CAQC alkalmazásával és anélkül [DFIU98]

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben, ahol van FAM berendezés [Com Hr]

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai: -

Referencia üzemek:

- VA Stahl Linz, Ausztria
- EKO Stahl, Németország [Com A]

Üzemi adatok: -

Gazdaságosság:

Erre vonatkozóan csak igen korlátozott mennyiségű adatot kaptunk.

Az egyik forrás a VOEST 4 millió Eurós beruházási költségről számolt be [Input_HR-1]; még egy másik 5 \$/t acél megtakarítást közölt [Com A] a CAQC alkalmazása kapcsán.

Az alkalmazás motiváló tényezői:

- A mh. termékek minőség javulása, növekvő kihozatal.
- A bugafelület kondicionálási költségeinek csökkenése [Com A].

Hivatkozott irodalom:

A FAM öntés korszerű minőség szabályozásának kérdései, a folyamatos öntés 3. Európai Konferenciája 1998. október 20-23. [Com A].

3.1.2.4 Ékes típusú bugák hengerlése

Ismertetés:

Ennél az eljárásnál a lángvágással darabolt bugák helyett ékes típusú bugákat hengerelnek a megleghengsors speciális beállítása mellett. Az ékességet azután vagy torlási technológia (automatikus szélesség szabályozás vagy méretező prés) alkalmazásával – vagy pedig a mh. szalag későbbi hasítása során alkalmazott szélezéssel küszöbölik ki.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Kiküszöböli a lángvágás során szokásos módon keletkező szennyező és hulladék kibocsátásokat.

Alkalmazhatóság:

Új üzemeknél, és a meglévő üzemekben végrehajtott nagyobb korszerűsítések során [Com HR].

3.1.2.5 Bugahasítás**Ismertetés:**

Az öntőmű termelékenységeinek növelése érdekében a bugákat gyakran többszörös szélességi mérettel öntik le. A bugák hasítása azután megfelelő hasító berendezésben történik a meleghengelés előtt, hasító görgőkkel vagy lángfűtő berendezéssel, kézi vagy gépi működtetéssel. Ily módon elkerülhető az ékes típusú bugák keletkezése.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Kiküszöböli az ékességi korrekció során szokásos módon keletkező szennyező és hulladék kibocsátásokat.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai: -

- Járulékos energia fogyasztás [Com A].

Referencia üzemek:

- Krakatau Steel [Com A]

Üzemi adatok:

Ehhez az eljáráshoz jobb minőségű közepső zóna szegregáció szükséges.

Gázfogyasztás 1,6 Nm³/t buga

Oxigénfogyasztás 2,7 Nm³/t buga

Kihozatali veszteség 1,4 ... 3,0 % bugasúlyra vonatkoztatva, a bugaméretektől függően [Com A]

Az alkalmazás motiváló tényezői:

A dupla vagy tripla szélességű öntés növeli a FAM kapacitását [Com A].

3.1.3 Újrahevítő és hőkezelő kemencék

3.1.3.1 Hatékony energia kihasználású és alacsony kibocsátási szintű üzemeltetési megoldások általános módszerei

3.1.3.1.1 Kemence tervezési kialakítás

A kemence tervezési kialakítása és hőszigetelésének mértéke jelentős hatást gyakorol annak termikus hatásfokára. A kemencét, mint egészet, valamint a beépített égők számát és kapacitását gondosan ki kell számítani, különböző realisztikus gyártási feltételekből kiindulva. A kapott betét különböző hevítési hőmérséklete, továbbá a termelési ritmusnak, a betét méretei által okozott, vagy pedig a meleghengersor termelési ritmusának változásai által előidézett eltérései, sőt a meleg- vagy közvetlen betét alkalmazási periódusok is figyelembe veendők [EUROFER HR].

A megfelelő berendezésnek képesnek kell lennie a kibocsátott szennyeződések és az energia fogyasztás korlátozására a hirtelen bekövetkező hengersori leállások esetén. Ez azt jelenti, hogy a hőmérsékletet könnyen le kell tudni vinni, vagy az égőket kikapcsolni a kemence egyes szakaszaiban. Ez utóbbi esetben N_2 öblítés is szükségessé válhat, üzembiztonsági okokból [EUROFER HR], [Com HR].

Általában véve – lehetőleg még a tervezés fázisában – a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- Betét rekuperátor zóna beiktatása a kemencébe, amelynél a tüzelés nélküli előmelegítő szakasz elég nagy ahhoz, hogy biztosítsa a füstgázok hőtartalmának maximális visszanyerését.
- A sugárzó égők alkalmazása a kemence boltozatában – a gyors energia disszipáció folytán – alacsonyabb NO_x termelés mellett működnek.
- A füstgázok visszavezetése az égőkbe befolyásolja azok NO_x kibocsátási szintjét.
- Igen fontos az alkalmazott tűzálló anyagok hőszigetelő tulajdonsága, tehát konstrukciós megoldásokkal kell gondoskodni a tűzálló anyagok élettartamának növeléséről, mivel a tűzálló bélés sérüléseinek kijavítása nem oldható meg azonnal.
- Az alacsony hőtehetetlenségű tűzálló anyag alkalmazása csökkentheti a tárolt energiavesztéseket, valamint csökkenti a begyújtási energiát és időtartamot [ETSU-G76]. A keramikus szálakból készített termékek általában olcsóbbak, mint az előregyártott betonmodulok, és a hőszigetelő tulajdonságaik is jók. Azonban az egyik európai irányelv alapján ezek használata már korlátozott, vagy az lesz, mivel belégzés útján rákot okozhatnak. Új állapotban a rostanyag porképződéssel jár kezelés közben és bőrirritációt is okozhat. Felhevítés után krisztoballit képződik belőle, amely a feltételezés szerint ugyancsak rákképző jellegű. Ettől függetlenül az új keramikus szálból gyártott tűzálló anyagok alkalmazását mégis érdemes fontolóra venni [Com2 HR].
- A kemencék jobb légzárású kialakítása, és speciális tervezésű ajtók alkalmazása a fals levegő csökkentése céljából [ETSU-G76].
- Az ajtó keresztmetszeteket és/vagy a betöltő és kitoló ajtó nyílásokat minimális mértékűre kell választani, hőszigetelő függönyök használatával azokban az időkben,

amikor az ajtókat mégis ki kell nyitni (feltéve, hogy kiküszöbölhető a betét túlzott mértékű mechanikai sérülése) [ETSU-G76].

- Olyan megoldásokkal, mint a csúszósín foltképződés kompenzációja, vagy a sínek eltolása, meg kell akadályozni a csúszósínek által okozott alacsonyabb hőfokú foltok képződését, miáltal csökkenthető a hevítési hőmérséklet is [EUROFER HR].

3.1.3.1.2 *Hulladékhő visszanyerés*

Az újrahevítő kemencékből távozó gázok hőtartalma képezi rendszerint a legfőbb energiaveszteségi forrást. Itt a hő visszanyerésére három alapelv veendő figyelembe:

Az energiaveszteség minimalizálása a távozó füstgázban.

A távozó füstgáz hőenergiájának visszavezetése a kemencébe.

A távozó füstgáz hőenergiájának felhasználása egyéb („külső”) célra.

Amint azt a kemence tervezésénél említettük, a távozó füstgázok energiavesztesége minimálisra csökkenthető úgy is, hogy nagy hőmérsékleti gradienst hozunk létre a kemence hossza mentén, oly módon, hogy a füstgázt a kemence hideg (kitolási) végén szívják el, felhasználva annak hőtartalmát a betét rekuperálására. A távozó füstgáz hőenergiájának a kemencén kívüli hasznosítása gőztermelés útján valósítható meg, amelyet azután az üzem más területén lehet felhasználni. A távozó füstgáz hőenergiájának kemencén belüli hasznosítása alapvetően háromféle visszanyerő rendszerrel oldható meg: regeneratív égők, önrekuperáló égők és rekuperátorok alkalmazásával, amelyeket a későbbiekben fogunk részletesen bemutatni [ETSU-G76].

3.1.3.1.3 *Üzemeltetés és karbantartás*

A kemencét „jó szakembergárdával” kell üzemeltetni. Még a legkorszerűbb berendezések is működtethetők igen rossz kibocsátási és hő-hatékonysági eredményekkel, amennyiben a technológiai folyamatot nem megfelelően üzemeltetik, és ha a berendezést nem tartják karban megfelelő módon, rendszeresen. A tapasztalat azt mutatja, hogy jó gazdálkodás segítségével 10 %-ig terjedő tüzelőanyag-megtakarítás is elérhető [ETSU-G76].

Kerülni kell a turbulencia képződést az égők lángjában. A vizsgálatok azt mutatták, hogy hőmérsékletingadozásokkor jelentősen megnőhet az NO_x képződés – összehasonlítva az ugyanilyen hőmérsékletű, állandó lánggal folytatott üzemeltetés során képződött NO_x értékekkel. Tehát a szabályozó rendszernek megfelelő módon kell működnie.

A légszelesleg is igen fontos tényező az NO_x kibocsátási szint szabályozásánál, továbbá az energia fogyasztás és a revesképződés alakulásában. A légszelesleget minimális értéken kell tartani, felesleg CO kibocsátás nélkül. Különös gondot kell fordítani a fals levegő

jelenlétének, ami egyaránt növeli az energia fogyasztást és az NO_x kibocsátást is. A tömeg-spektrométer alkalmazása hasznos eszköz lehet a levegő/gáz arányának optimális szinten tartásához olyan fűtőanyagoknál, amelyeknek változó vagy nem ismert az összetétele [EUROFER HR].

A tűzálló anyagokban tárolt hőenergia felvétele a begyújtási periódusban és az első gyártási műszak során jelentkezik. Folyamatos üzemeltetés során ezt a tárolt energiát rendszerint elhanyagolhatónak tekintik. Amikor leállást alkalmaznak (pl. hétvégeken), vagy ha a kemencét szándékosan le kell hűteni karbantartási okokból, akkor ezek az energiaveszteségek igen jelentős tényezőt képviselhetnek, mivel ezt az elveszett energiát újra be kell vinni a kemencébe felfűtéskor a következő termelési periódushoz. Ezt a hétvégi leálláskor bekövetkező energiaveszteséget két helyről kaptuk meg: 0,409 és 0,243 GJ/m². Termelési leállások és hétvégi szünetek idején az ajtókat le kell zárni és eltömíteni, hogy a kemence hőtartalma ne szökjön meg. Az alacsony hőtehetetlenségű tűzálló anyagok ugyancsak csökkenthetik a felfűtési időt, az energia fogyasztást és az üzemeltetési költségeket [ETSU-G76].

3.1.3.1.4 Tüzelőanyag kiválasztás

Az integrált (teljes vertikumú) vasművekben rendszerint a koksizolóból kapott kamragázt, kohógázt vagy BOF kemence gázát használják fel – néha földgázzal keverve. Az újrahevítő kemencék SO₂ kibocsátásának legnagyobb forrásait a nem kéntelenített kamragáz és kéntartalmú folyékony tüzelőanyagok (ideértve a cseppfolyósított petróleum = LPG gázt is), valamint az összes nyersolajat (desztillált és pakura formában) és emulziót is) képezik. Szükség esetén a kéntelenítést legjobb még a gáz előállításának a helyén a szolgáltató üzemében (pl. koksizolóblokk) megvalósítani. A folyékony tüzelőanyag alkalmazása néha olyankor is szükségessé válhat, amikor a gáz tüzelőanyag ellátása kimarad időleges zavar folytán, de az üzemeltetést folytatni kell – ami ismét csak magasabb SO₂ kibocsátással jár. A tüzelőanyag kéntartalmának korlátozása az egyik megoldás az SO₂ kibocsátás csökkentésére. Ahol csak lehet, minél nagyobb mértékben fel kell használni a saját üzemek által előállított gázokat, ami minimálisra csökkenti az értékes földgázkészletek felhasználását – s egyúttal a saját üzemi gázok szabadba engedését, illetve fáklyán történő elégetését.

Az SO₂ kibocsátás közvetlen összefüggésben van a tüzelőanyag S-tartalmával. A füstgázoknak a különböző tüzelőanyagok tüzelési gáztérfogatához viszonyított eltérő aránya következtében két különböző tüzelőanyag egymással összemérhető kéntartalma is jelentős különbségeket okozhat az eltüzelésük során keletkező füstgáz SO₂ tartalmában.

Az alkalmazott tüzelőanyagtól függően a következő SO₂ szinteket kapjuk eredményül:

- földgáz < 100 mg/Nm³
- összes többi gáz és gázkeverék < 400 mg/Nm³
- fűtőolaj (< 1 % kén) max. 1700 mg/Nm³

A hatékony tüzelési eljárások a megfelelő égő kialakítása, porlasztás módszerén és az égési levegő ellátás szabályozásán alapulnak. Ugyancsak megfelelő szabályozó és ellenőrző rendszer szükséges a tüzelőanyag és levegő megfelelő arányú betáplálásához, ami igen fontos a levegőszennyezés alacsony szinten tartása szempontjából is. Fontos tényező a kőolaj alapú tüzelőanyagok jó porlasztása, ahol is elsődlegesen figyelembe kell venni az égőkbe betáplált tüzelőanyag viszkozitását [EUROFER HR].

Az NO_x képződése szempontjából az egyes tüzelőanyagként alkalmazott gázok ugyancsak eltérő viselkedést mutatnak. Például a kamragáz-tüzelésből származó hulladékgázok 50 ... 100 %-kal több NO_x összetevőt tartalmaznak, mint földgáz-tüzelésből származók.

A fűtőanyag összetételét a láng hőmérsékletével hozzák összefüggésbe. A metán (földgáz) viszonylag lassan ég el a magas H₂ tartalmú (pl. kamragáz) tüzelőanyagokkal összehasonlítva, melyek jóval gyorsabb égés mellett magasabb (kb. 70 %-kal nagyobb) NO_x kibocsátási szintet is jelentenek. Tehát az égő típusának megfelelőnek kell lenni a rendelkezésre álló fűtőanyag(ok)hoz [EUROFER HR].

3.1.3.2 Kemence automatizálás / kemence szabályozás

Ismertetés

Folyamat szabályozó számítógép segítségével a fűtési folyamat optimalizálható (pl. hogy ne legyen szükségtelen buga túlhevítés az üzemállások során, pontosabb legyen a hőmérséklet szabályozása) – az anyag minőségének és méreteinek megfelelően. Ugyanakkor ily módon jóval pontosabban szabályozhatók olyan paraméterek is, mint az égési levegő aránya [EUROFER HR].

Kemence nyomás szabályozás: Ha a kemence nyomása a légköri nyomás alatt van, akkor hideg levegőt fog beszívni az ajtókon és nyílásokon keresztül a tüztérbe. Ennek fordítottjaként, ha a nyomás meghaladja a légköri értéket, akkor viszont a forró gázok fognak kiáramlani ezeken a nyílásokon. Az energia-kihasználás hatékonysága, valamint az üzemeltetés és a termékminőség állandósága érdekében a kemencéket rendszerint kismértékű túlnyomással üzemeltetik a külső légköri viszonyokhoz képest [ETSU-G76]. A kismértékű kemence túlnyomás tartásának másik oka a biztonság; meg kell akadályozni ugyanis a külső levegő behatolását, amely a fűtőanyag/gázkeverék gyújtásakor robbanóképes elegyet eredményezhet, különösen indításkor [Com HR].

Levegő/fűtőanyag arány szabályozása: A levegő/fűtőanyag arányának szabályozása a tüzelés megfelelő minőségének biztosításához szükséges, mivel ez biztosítja a láng stabilitását és a tökéletes égést. Minél jobban megközelíti a levegő/fűtőanyag aránya a sztöchiometrikus feltételeket, annál hatékonyabb a fűtőanyag kihasználása és csökken a távozó füstgázok által okozott energiaveszteség. A kemencében lévő égéstermékek oxigén koncentrációjának mérése felhasználható a megfelelő levegő/fűtőanyag arány szabályozó rendszerek számára alapjelként (*Oxygen Trim Control*) [ETSU-G76].

Főbb elért környezeti előnyök:

- Csökkentett energia fogyasztás.
- NO_x kibocsátás csökkenése.

Alkalmazhatóság:

- Új építésű és meglévő folyamatos újrahevítő kemencéknél

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai: – semmilyen negatív hatása nem ismeretes más közegekre.

Referencia üzemek:

Roundwood Coil Bar Mill, Rotherham Engineering Steels Ltd. UK

British Steel, Teesside, UK

Benteler AG, Dinslaken, Germany [StuE-116-11]

Üzemeltetési adatok és gazdaságosság: -**Példa az oxigén tartalom finom szabályozására**

A Rotherham Engineering Steels Acélmű léptetőgerendás kemencéjénél – amely négyszög bugák újrahevítésére szolgál hideg állapotról 1200 C° hőmérsékletre – cirkónium alapú oxigén mérő cellákat alkalmazó rendszert szereltek fel. A 110 t/h kapacitású kemence 6, egymástól függetlenül szabályozott hőmérsékleti zónával üzemel. A berendezést rendszerint földgáz-tüzeléssel működtetik, de a gázellátás üzemzavara esetén meg van a lehetőségük a nehézelajjal végzett tüzelésre is. Az oxigén finomszabályozása alacsonyabb átlagos oxigén koncentrációt eredményezett a kemencében, mint ami a hagyományos levegő/fűtőanyag arány szabályozással elérhető volt. Ezzel kb. 2 %-os energia-megtakarítást értek el: bár az oxigén tartalom lecsökkentésének mértéke arra mutat, hogy még 4,7 % körüli megtakarítás is könnyűszerrel elérhető, ezt a lehetőséget korlátozza a hőmérséklet növekedése a hevítési zónákban. Ezenkívül még járulékos előnyként értékelhető a termék minőségének a javulása és a karbantartási költségek csökkenése [ERSU-FP15], [ETSU-G77].

A 2 %-os energia-megtakarítás kb. 26000 £/év költségmegtakarítással volt egyenértékű, ami a 26572 £ összegű eredeti beruházási költség alapján durván 1 éves megtérülést jelent (referencia év 1989) [ETSU-FP15].

Példa a számítógépes szabályozású kemence üzemvitelre

Számítógépes szabályozású kemence üzemvitelt két olyan tolókemencé-nél valósítottak meg, ahol hideg bugabetéttel üzemelnek a BS, Teesside Acélművében, ami mindkét kemencénél 15 %-os energia-megtakarítást eredményezett. A korábban kézi szabályozással működtetett

hőmérsékleti zónákat átállították számítógépes szabályozására (on-line matematikai modellek alkalmazásával) az optimális fűtési profilok elérése érdekében.

Egy német csőgyártó telephelyén a számítógépes kemence szabályozás bevezetése 5 %-os energia-megtakarítást eredményezett, és ezenkívül 30 %-ig terjedő csökkenést értek el az újrahevítés során bekövetkező reveképződésnél is [StuE-116-11].

Kemence automatizálás ²	Csökkenés [%]		Beruházási költség [M ECU]	
	NOx	Energia ¹	Új berend.	Meglévő berend.
	10	10	2.0	2.0
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER HR]. Viszonyítási alapul évi 1,5 mt kapacitású kemencét vettek, amely földgáz-tüzeléssel és szabványos égőkkel rendelkezik, levegő-előmelegítés nélkül. A beruházási költségek a szóban forgó helyszíntől függenek (rendelkezésre álló hely, a meglévő kemence elrendezése, az oldalsó és alsó égők száma).				
¹ Százalékban kifejezve az energia csökkenése összemérhető az SO ₂ , CO és CO ₂ kibocsátás csökkenésével.				
² A kemence automatizálás mindazokat az intézkedéseket jelenti, amelyek lehetővé teszik a kemenceparaméterek gyors alkalmazkodását a termelés során bekövetkező változásokhoz, valamint a légfelesleg szoros szabályozását is.				

A.4-4 táblázat: A kemence automatizálással elérhető jellemző csökkenési értékek és költség adatok

Hivatkozott irodalom: [ETSU-FP15], [ETSU-G77], [ETSU-G76]

3.1.3.3 Optimalizált kemenceajtó kialakítás

Ismertetés

A hagyományos (egyszegmenses) kemenceajtók és a keret között mindig maradnak olyan rések, amelyeken keresztül a kemence gázai elszökhetnek (vagy pedig ahol fals levegő hatolhat be a kemence terébe; ld. a légfeleslegre gyakorolt negatív hatást). A kemence tűzteréből kiszökő gázok esetében nem csak ellenőrizetlen (kiszökő) kibocsátást jelent, hanem egyúttal olyan füstgáz-veszteséget is, amit egyébként még fel lehetne használni a fűtési levegő előmelegítésére. Tehát ezáltal a rekuperálás hatékonysága is csökken.

A korszerű kemenceajtó kialakítás nagyszámú egyedi ajtók alkalmazásából áll (pl. 15,6 m hosszon 64 db ajtó), amelyek a betét jobb és bal oldalán leereszthetők a tűzálló bélésre [STuE-117-5].

Főbb elért környezeti előnyök:

Alkalmazhatóság:

- Új építésű és meglévő folyamatos újrahevítő kemencéknél

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai: – semmilyen negatív hatása nem ismeretes más közegekre.

Referencia üzemek: Stahlwerke Bremen

Üzemeltetési adatok

A kemenceajtó kialakítás módosítása (léptetőgerendás kemencénél) növelte a levegő-előmelegítési (rekuperációs) hőmérsékletet 60°-kal, ugyanakkor az energia fogyasztást is csökkentette 0,05 GJ/t mértékben [STuE-117-5].

Gazdaságosság

Az említett 0,05 GJ/t energia fogyasztás csökkenés és a két ajtóra fordított 1 millió DEM beruházási költség, valamint 3,5 millió tonnás termelés mellett a beruházás kb. 1 év alatt térült meg [STuE-117-5].

3.1.3.4 Regeneratív égő rendszerek

Ismertetés: - ld. D.2.1 fejezetben

Főbb elért környezeti előnyök

- Csökkentett energia fogyasztás.
- A teljes füstgáz mennyiség csökkenése.

Alkalmazhatóság:

- Új üzemeknél
- Meglévő üzemeknél, ha van hozzá elegendő hely

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- Magasabb lehet az NO_x kibocsátási szint [EUROFER HR]
- A csökkent energia fogyasztás pozitív hatással van az SO₂ és CO₂ tartalomra

Referencia üzemek: Az újrahevítő kemencék kis része.

Üzemeltetési adatok és gazdaságosság

„A” példa:

Az egyik EK-i üzem léptetőgerendás kemencéjében különböző méretű (200 mm átmérőjű és 15 m hosszú) lágyacél csöveket hevítenek fel hideg állapotról 1050 C°-ra és itt állították át a tüzelést regeneratív égőkre. A régi 44 db fűvóka keverékes földgáz-tüzelésű égőt 12 pár regeneratív égőre cserélték ki. Ugyanakkor a boltozati profilt is módosították annak érdekében, hogy tökéletesítsék a zónaszabályozást és a forró gázok körforgását. Ennek az üzemi módosításnak az eredményeként a fajlagos energia fogyasztást sikerült lecsökkenteni a szokásos 3,55 GJ/t-ról 1,7 GJ/t értékre, ami a fűtőanyag-felhasználásban 52 %-os megtakarítást jelent. Egyúttal a termelékenységi potenciál is 14 %-kal javult. A megtérülési idő nem egészen 3 év volt [ETSU-G77].

„B” példa:

A Rotherham Engineering Steels Acélmű 1987-ben újította fel az egyik mélykemencés újrahevítő egységét kettőstüzelésű regeneratív alacsony NOx kibocsátású égőkkel. Az eredeti mélykemencék bugamüvet láttak el betéttel; a névleges betétmennyiség 100 tonna volt és kb. 1300 C°-ra hevítették fel. A betét kb. 80 %-a melegen került be a kemencébe, kb. 750 C° hőmérsékleten, 20 %-át pedig hidegen rakták be raktárról (de nem keverték a forró és a hideg betétet egymással). A mélykemence tüzelése kettős megoldású volt: földgázzal vagy fűtőolajjal üzemeltették egy fő 6,5 MW teljesítményű égővel a végfalak egyikének felső részén, és egy kiegészítő, 750 kW teljesítményű egységgel közvetlenül az alatt. A koncentrikus cső megoldású rekuperátor által szolgáltatott előmelegített levegővel csak a fő égőt látták el. Az üzem eredeti elrendezésében csak a tüzelési rendszert módosították; a szerkezeti felépítés, a betétmennyiség és a hőmérsékleti üzemeltetési adatok lényegében ugyanazok maradtak. Itt 2-2 regeneratív égőből álló szerelvényt építettek be a mélykemence mindkét végén. Az üzemvitel hosszú távú megfigyelése 40 %-os energia-megtakarítást mutatott olajtüzeléses üzemmódban. Az olajtüzelés rövidtávú megfigyelése is ugyanilyen megtakarítást mutatott. A korszerűsítés költsége 170000 £ volt (beleértve a helyszíni égő fejlesztés 21500 £ összegét is), ami 2,4 év megtérülési időt eredményezett (az égő fejlesztés nélkül csak 2,1 év) [ETSU-NP-54].

Előnyök és hátrányok

Bár itt magasabb NOx kibocsátások keletkezhetnek (jellemző értéke 350 mg/Nm³) – de ugyanakkor alacsonyabb energia fogyasztással és a füstgáz mennyiség csökkentésével a specifikus NOx kibocsátás (g/t acélra vetítve) mégis összemérhető a más rendszerekkel elért NOx kibocsátás szintjével [EUROFER HR].

A regeneratív tüzelési rendszerek egyik hátránya az, hogy érzékenyek a porra. Ha a hevítési folyamat során jelentős mennyiségű por keletkezik, akkor az hamar eltömi a regenerátor kerámiabetétjének pórusait, miáltal annak az áteresztő képessége nagyon gyorsan leromlik, s így a fűtőrács betétet ki kell cserélni. De ezek még csak kisebb gondot jelent az acélművek újrahevítő kemencéinél [EUROFER HR].

A regeneratív égők rendszerint nagyobb méretűek, mint a hagyományos megoldásúak. Ezért a rendelkezésre álló hely korlátozottsága akadályt jelenthet a regeneratív égők meglévő üzemeknél történő beépítése esetén. Mindaddig nem sikerült regeneratív rendszereket alkalmazni boltozati égőknél [EUROFER HR].

A regeneratív rendszer alkalmazása szóba jöhet új konstrukciójú újrahevítő kemencék építésénél mindazokban az esetekben, ahol az üzem elrendezése folytán korlátozott lehet az újrahevítő kemence hossza. Ugyanilyen módon a meglévő kemencék termelési kapacitása is növelhető regeneratív rendszer beépítésével – anélkül, hogy növelnék a kemence hosszát (ami a legtöbb esetben rögzített) [EUROFER HR].

Ez a rendszer különösen érdekes lehet a szakaszos technológiájú üzemek esetében, mivel a szakaszos technológiai folyamatnál általában nincs előhevítési zóna. A központi rekuperáló rendszerrel ellátott folyamatos kemencéknél hasonló termikus hatások érhetők el hosszú hevítetlen (előmelegítési) zónával, ahol a távozó füstgáz átadja hő tartalmát konvekciós úton a hideg betétnek. Itt akár 80 %-os termikus hatásfok is elérhető [EUROFER HR].

A (regeneratív rendszer, költségesebb égők alkalmazása miatti) magasabb beruházási költségeket ellensúlyozhatja a kemence hosszának rövidítésével járó előny (új üzemnél), valamint a tüzelési hatékonyság növelése [EUROFER HR].

Regeneratív rendszerek	Csökkenés [%]		Beruházási költség [M ECU]	
	NOx	Energia ¹	Új berend.	Meglévő berend.
	50	40	4,0	4,5
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER HR]. Viszonyítási alapul évi 1,5 mt kapacitású kemencét vettek, amely földgáz-tüzeléssel és szabványos égőkkel rendelkezik, levegő-előmelegítés nélkül. A beruházási költségek a szóban forgó helyszíntől függenek (rendelkezésre álló hely, a meglévő kemence elrendezése, az oldalsó és alsó égők száma).				
¹ Százalékban kifejezve az energia csökkenése összemérhető az SO ₂ , CO és CO ₂ kibocsátás csökkenésével.				

A.4-5 táblázat: A regeneratív rendszerekkel elérhető jellemző csökkenési értékek és költség adatok

Az alkalmazás motiváló tényezője: Jobb energiahatékonyság és monetáris előnyök.

Hivatkozott irodalom: [ETSU-G76], [ETSU-G77]

3.1.3.5 Rekuperátor és rekuperatív égők

Ismertetés: - ld. D.2.2 fejezetben

Főbb elért környezeti előnyök

- Csökkent fűtőanyag/energia fogyasztás.

Alkalmazhatóság:

- Új üzemeknél
- Meglévő üzemeknél nagyobb korszerűsítés esetén [Com HR]

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- A tüzelési levegő hőmérséklet növekedésével együtt nő az NO_x kibocsátás szintje is
- A csökkent energia fogyasztás pozitív hatással van az SO₂ és CO₂ tartalomra

Üzemeltetési adatok és gazdaságosság

Rekuperátor alacsony NO _x kibocsátással (2. generációs)	Csökkenés [%]		Beruházási költség [M ECU]	
	NO _x	Energia ¹	Új berend.	Meglévő berend.
	50	25	1,0	2,2
	30	25	4,5	5,0

Megjegyzés: Forráshely [EUROFER HR]. Viszonyítási alapul évi 1,5 mt kapacitású kemencét vettek, amely földgáz-tüzeléssel és szabványos égőkkel rendelkezik, levegő-előmelegítés nélkül. A beruházási költségek a szóban forgó helyszíntől függenek (rendelkezésre álló hely, a meglévő kemence elrendezése, az oldalsó és alsó égők száma).

¹ Százalékban kifejezve az energia csökkenése összemérhető az SO₂, CO és CO₂ kibocsátás csökkenésével.

A.4-6 táblázat: A rekuperátorok és rekuperatív égők alkalmazásával elérhető jellemző csökkenési értékek és költség adatok

3.1.3.6 Oxigén-fűtőanyag keverékes tüzelési eljárás

Ismertetés:

Itt a szokásos égési levegő helyett ipari minőségű oxigént alkalmaznak.

Főbb elért környezeti előnyök

- Csökkent energia fogyasztás és CO₂ kibocsátás.
- Csökkent CO és teljes NO_x kibocsátási szint.

Alkalmazhatóság:

- Új üzemeknél
- Meglévő üzemeknél nagyobb korszerűsítés esetén

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- Magasabb NO_x kibocsátási koncentrációk, bár a teljes NO_x kibocsátás szintje alacsonyabb
- A tiszta oxigén alkalmazása miatt fokozottabb veszélyesség

Referencia üzemek

Különböző esettanulmányok (többnyire rozsdamentes acélra).

Legalább 50 üzemi egység a szokásos napi acélhevítés terén; mélykemencék, kamrás kocsis kemencék, kamrás kemencék, forgó fenekű kemencék, görgős fenekű kemencék, stb. Legalább 6 ilyen új kemence üzemel Svédországban.

Gazdaságosság:

- Alacsony beruházási költségek.
- Magas üzemeltetési költségek, ha nincs termelésnövekedés.

Az alkalmazás motiváló tényezői:

- Növekvő termelékenység
- Fűtőanyag megtakarítás
- Alacsonyabb teljes NOx kibocsátási szint

Hivatkozott irodalom:

„All Oxy-Fuel in heating furnaces”, Dr. Joachim von Schéele és Dipl. Ing. Tomas Ekman, „Nordic Steel and Mining Review 2000”, page 100.

3.1.3.7 Alacsony NOx égők

Ismertetés: - ld. D.2.1 fejezetben

Manapság már rendelkezésre állnak alacsony NOx kibocsátású és levegő előmelegítéssel működő kombinált megoldású égők is – pl. regeneratív alacsony NOx kibocsátású égők.

Főbb elért környezeti előnyök

- Csökkent NOx kibocsátás.

Alkalmazhatóság:

- Új üzemeknél
- Meglévő üzemeknél nagyobb korszerűsítés esetén (a nagyobb méretre tekintettel korlátozott lehet a meglévő égők lecserélése) [Com HR]. A meglévő hagyományos égőket általában át lehet alakítani elsőgenerációs alacsony NOx kibocsátású égővé oly módon, hogy kicserélik az égő lángtestét és a csatlakozó blokkját. A második generációs alacsony NOx kibocsátású égővé történő átalakítás már jóval nehezebb, és módosítani kell hozzá a kemence tűzálló bélését is [EUROFER HR].

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- A belső füstgáz visszakeringtetés – ami az alacsony NOx kibocsátású égők szerkezeti kialakítási jellemzője – csökkenti ugyan az NOx szintet, de növelheti az energia fogyasztást.

Referencia üzemek:

EKO Stahl, Aceralia, Voest Alpine, Preussag, stb.

Üzemeltetési adatok és gazdaságosság:

Az alacsony NO_x kibocsátású égőknél az NO_x szintje kevésbé függ a levegő előmelegítési hőmérséklettől. Az iparban néha az alacsony NO_x égők nem is mutatnak jobb eredményt az NO_x kibocsátás tekintetében. Ez azt mutatja, hogy az összes NO_x kibocsátást egy sor más olyan paraméter is befolyásolja, mint a kemence szerkezeti kialakítása, az alkalmazott fűtőanyag típusa, a hevítési hőmérséklet, az üzemeltetés és karbantartás [EUROFER HR]. Tehát különös gondot kell fordítani az üzemeltetési feltételekre és az üzemvitel szabályozására is.

A hagyományos égőkkel összehasonlítva itt az NO_x kibocsátás szintje kb. 30 %-kal csökkenthető. A földgáz-tüzelésnél elért szokásos érték 300 mg NO_x / Nm³.

Két olyan esetben, ahol kamragáz és fűtőolaj tüzelést alkalmaznak, a garantált kibocsátási szintre 330 mg NO_x/m³ (száraz füstgáz 5 % O₂ tartalommal) értéket adtak meg.

Példák

Voest Alpine 2 (350 t/h) toló típusú és 2 hőkezelő kemencét üzemeltet. Itt az NO_x szint lecsökkentése csak úgy érhető el, ha az égő teljesítménye 20 %-nál nagyobb. Valamely program szerinti vagy nem tervezett késleltetési periódus alatt (amikor az égő teljesítménye < 20 %) az NO_x szint a duplája vagy annál magasabb is lehet. A beruházási költségekre kemencénként (350 t/h) 1 m€ összeget adtak meg [Input-HR-1].

EKO Stahl 200 t/h teljesítményű léptetőgerendás kemencét üzemeltet. A kemencét alacsony NO_x kibocsátású égőkkel szerelték fel, földgázfűtéssel üzemeltetik, és a levegő előmelegítési hőmérséklete 450 C° (hulladékgáz mennyisége 140000 m³/h). Itt napi átlagban – hideg betét esetében – 400 mg/m³ NO_x és < 100 mg/m³ CO (5 % O₂ melletti) szintet értek el.

Alacsony NO_x égőkkel 250 mg/m³ (3 % O₂-re von.) NO_x kibocsátásról is beszámoltak – a hagyományos égők 300 ... 500 mg/m³ ACB értékével összehasonlítva.

	Csökkenés [%]		Beruházási költség [M ECU]	
	NO _x	Energia	Új berend.	Meglévő berend.
Alacsony NO _x égők belső füstgáz visszakeringtetéssel (1. generáció)	40	0	0	0,8
Alacsony NO _x égők belső füstgáz visszakeringtetéssel és levegő levegő „staging” (2. generáció)	65	0	0,2	1,2
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER HR]. Viszonyítási alapul évi 1,5 mt kapacitású kemencét vettek, amely földgáz-tüzeléssel és szabványos égőkkel rendelkezik, levegő-előmelegítés nélkül. A beruházási költségek a szóban forgó helyszíntől függenek (rendelkezésre álló hely, a meglévő kemence elrendezése, az oldalsó és alsó égők száma).				

A.4-7 táblázat: Alacsony NO_x égők alkalmazásával elérhető jellemző csökkenési értékek és költség adatok

3.1.3.8 Szelektív katalitikus redukció (SCR)

Ismertetés

Az NO_x kibocsátás csökkentésének másik módja a szelektív katalitikus redukció. Az SCR eljárás általános műszaki leírását ld. a D.2.4 fejezetben.

Főbb elért környezeti előnyök

- Csökkent NO_x kibocsátás.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- Ammónia gáz alkalmazása (melynek szállítása és tárolása veszélyes lehet, és ezért szigorú biztonsági előírások vonatkoznak rá).
- Az ammónia szivárgás miatt légszennyezési veszély.
- Esetleges növekedés az energia fogyasztásban [Vercaemst 27.7].
- Lehetséges növekedés a hulladékok kibocsátásában; deaktivált katalizátor, amelyet a gyártó újra feldolgozhat. Ennek a hulladéknak a mennyisége valószínűleg minimális [Vercaemst 27.7], [Oekopol 7.9].

Referencia üzem:

Hoogovens Steel, léptetőgerendás kemence [Com NL]

Üzemeltetési adatok

Példa: Corus/Hoogovens 2. sz. meleghengerműve IJmuiden-ben

Az IJmuiden-i üzemben az SCR eljárást a léptetőgerendás kemencéknél alkalmazzák, melyek kb. 2,3 mt mh acélt termelnek évente. A füstgázcsatorna egyedi konstrukciós megoldása folytán itt be tudták építeni a szokásos SCR katalizátort a meglévő csatornába. Az alkalmazott katalizátor alkalmas a 270 ... 450 C° közötti hőmérséklet tartományban történő üzemeltetésre. Még a rövid ideig tartó 500 C° hőmérséklet sem tesz kárt benne. Ezzel a megoldással több, mint 80 %-os általános csökkentési mértéket lehet elérni. A berendezésre szóló engedély 800-ról 320 mg/Nm³ értékig írja elő a csökkentést, 85 %-nál magasabb redukció mellett, ami valószínűleg megvalósítható. Az SCR berendezés költség hatékonysága a Corus/Hoogovens cég léptetőgerendás kemencéjénél 4,20 NLG/kg NO_x értékre csökkent [EUROFER 31.3], [EUROFER 3.4].

Az IJmuiden-i üzemben a tolókemencék után még egyelőre nem építettek be SCR berendezést, de az egyik már folyamatban van. Ennek az üzembe helyezését 2000 júniusára tervezik. A második tolókemence korszerűsítését SCR berendezéssel a jövő év elejére tervezik. Itt már a teljesítmény valószínűleg jóval rosszabb lesz, mint a léptetőgerendás kemencék esetében. A füstgáz igen magas (75 %-a 520 C° feletti) hőmérséklete folytán itt kísérleti típusú katalizátort kell alkalmazni. Ez a típus egyébként 300 ... 520 C° közötti hőmérsékleti tartományban működik rendeltetésszerűen. 520 C° feletti hőmérsékleten már egyáltalán nem injektálható be ammónia, a katalizátor tönkremenetelének veszélye miatt. Mindaddig, amíg ilyen magas hőmérsékletről van (vagyis nem találnak valamilyen megoldást erre a problémára, vagy valamilyen kiegészítő módszert nem alkalmaznak), a teljes NOx redukció vélhetően nem fogja meghaladni a 30 %-ot [EUROFER 31.3].

Az SCR technológia műszaki kivitelezésével szemben némi kételyek merültek fel, melyek korlátozhatják annak alkalmazhatóságát az újrahevítő kemencéknél:

- Az SCR alkalmazásakor acél újrahevítő/hevítő kemencéknél számolni kell néhány gyakorlati problémával, mivel a termelési sebesség (és ennél fogva a hőbevitel) és a hőmérsékleti profilok nem állandó értékűek. Ahhoz, hogy elkerüljék a túlzott NH₃ szivárgást, vagy a túlzott NOx szintet a kéményben, az ammónia injektálást igen gyorsan kell szabályozni a változó füstgáz áramlásnak és az NOx koncentrációjának megfelelően [ETSU-GIR-45].
- Az SCR technológia a hőmérsékleti és az áramlási mennyiség bizonyos határértékeit teszi szükségessé, amelyeket nem mindegyik üzem képes megvalósítani [DK 30.6].
- Az SCR alkalmazásához szükséges füstgáz hőmérséklet nem minden esetben áll rendelkezésre. Amennyiben a hőmérséklet túl magas, úgy azt levegős higitással ugyan kézben lehet tartani, de akkor esetleg már a kemence huzata nem lesz megfelelő [ETSU-GIR-45].
- A regeneratív égők esetében a füstgáz hő-visszanyerésének hatékonyságára is kihatással lehet, ha csak az SCR berendezést nem valahol közben, a regenerátor ágyban helyezik el (pl. az ágyat így meg kell osztani) [ETSU-GIR-45].
- Számos üzemben a füstgáz hőtartalmát energia-megtakarítási okokból nyerik vissza. Így a füstgáz hőmérséklete 150 ... 210 C° körül alakul, tehát újra fel kell hevíteni ahhoz, hogy az SCR katalizátor megfelelően működni tudjon. Következésképpen itt pótlólagos energia-bevitel válhat szükségessé [EUROFER 2.7].
- Mivel az újrahevítő kemencéknél az SCR alkalmazásával még csak korlátozott mennyiségű tapasztalat áll rendelkezésre (még csak egy üzemé, és csak léptetőgerendás kemencéről), ezért egyelőre nem bizonyított, hogy ez az eljárás bármilyen hőmérsékleti feltételek és levegőarányok mellett is működőképes lesz-e [EUROFER 30.6].
- A füstgáz magasabb por koncentrációja esetén (pl. ha energiaforrásként fűtőolajat használnak) portalanítás is szükségessé válhat a katalizátor védelme érdekében [EUROFER 2.7].
- Integrált acélművek esetében fűtőanyagként az üzem saját gázait (kohógáz, BOF konverter gáza vagy kamragáz) használják fel. Ezek ugyan rendszerint csak nyomokban tartalmazznak elhanyagolható mennyiségű horganyt vagy egyéb fémeket, de azért mégis képesek elszennyezni a katalizátor felületét, s így fokozatosan csökkentik annak működési hatékonyságát és élettartamát [EUROFER 2.7].

- Egy másik várható probléma a savas ammóniumsulfát $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ vagy biszulfát $(\text{NH}_4) \text{HSO}_4$ részecskék képződése az SCR reaktorából továbbjutó felesleges ammónia, valamint az SO_2 és SO_3 között lezajló reakció eredményeképpen a folyamat további részében lévő füstgáz hűtőben. Ezeknek a részecskéknek a lerakódása azután rothadást, eróziót és korróziót is eredményezhet a berendezés további részeinek felületén. Az ammóniumsulfát képződését minimálisra lehet csökkenteni az NH_3 mennyiségének kissé a sztöchiometrikus szint alá csökkentésével (0,9 ... 1,0 mol/mol NO_x), ami lefékezi annak továbbjutását [HMIP-95-003], [ETSU-GIR45].

Gazdaságosság: 4,2 NLG/kg NO_x csökkent költség [EUROFER 3.4]

Hivatkozott irodalom: [HMIP-95-003], [ETSU-GIR45], [EUROFER 31.3]

3.1.3.9 Szelektív nem-katalitikus redukció (SNCR)

Ismertetés

Az SNCR eljárás általános ismertetését ld. a D.2.5 fejezetben.

Főbb elért környezeti előnyök

- Csökkent NO_x kibocsátás.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemeknél

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- Ammónia gáz alkalmazása (melynek szállítása és tárolása veszélyes lehet, és ezért szigorú biztonsági előírások vonatkoznak rá).
- Az ammónia szivárgás miatt légszennyezési veszély.

Referencia üzemek:

Avesta Sheffield, léptetőgerendás kemencék

Üzemeltetési adatok

Példa Avesta Sheffield

A saválló acélbugákból szalagot gyártó meleghengerműben két (léptetőgerendás) újrahevítő kemence van, egyenként 100 t/h teljesítménnyel, a tüzelésükhöz pedig propánbután gázt használnak fűtőanyagként. Az „A” kemencét Stein Hurty szállította, és 1992-ben üzemelték be, a „B” kemencét pedig Italimpianti, 1996-ban.

Mivel az üzemnek ez a legfőbb NO_x kibocsátási forrása, ezért SNCR berendezés bevezetésével kívánták lecsökkenteni a kibocsátási szintet. A berendezés főbb részei a következők: ammóniatároló tartály (25 % vizes oldattal), szivattyúk, csövek, injektáló lándzsák, valamint számítógépes mérő és szabályozó rendszer, amely az ammóniát adagolja mindegyik kemence távozó füstgázához a folyamatos NO_x mérési adatok alapján.

A berendezést 1999. októberében helyezték folyamatos üzembe, és az ősz folyamán szabályozták be. A 2000. januárjában elvégzett mérések az alábbi eredményeket mutatják (NO_x alatt NO₂ értendő):

NO _x tartalom mg/MJ fűtőanyag	Csökkenés (%)	NO _x [mg/Nm ³]
„A” kemence 74	70	205
„B” kemence 62	30	172 (ammónia szivárgás 5 mg/Nm ³)

A kapott mérési eredmények olyan átlagértékek, melyeket az „A” kemencénél 32 órás, a „B” kemencénél pedig 42 órás mérési sorozat alapján kaptak. Ezek normálisnak tekinthetők és remélhetőleg meg is maradnak ezen a szinten a folyamatos üzemeltetés során.

Annak, hogy a „B” kemencénél alacsonyabb a redukció, az az oka, hogy itt a nitrogénoxid tartalom ammónia nélkül alacsonyabb, mint az „A” kemencénél.

Az alábbiakban bemutatott költség adatokat a Svéd Környezetvédelmi Hatóságtól kaptunk 1999. decemberében egy jelentésben, amelyet a nitrogénoxidok kibocsátási lehetőségeiről készítettek ezeknél a kemencéknél:

A beruházási költség (beleértve a telepítési és beüzemelési, valamint az egész berendezés költségét): 6,3 m SEK (0,76 m €)¹

Az üzemeltetési költségek (főleg ammónia és karbantartás): 1,4 m SEK/év (0,169 €/év)

Az összes beruházási és üzemeltetési költség: 3,3 m SEK/év (0,40 m €/év)

A fenti NO_x csökkentés alapul vételével a nitrogénoxidok kibocsátása évi 60 tonnával csökkenthető, ami 55 SEK (6,63 €) / kg NO_x fajlagos költség csökkentést jelent (NO₂-ben mérve) [EUROFER 17.4].

Más források szerint az SNCR eljárással eltávolított NO_x hatékonysága jellemzően 50 ... 60 %, 20 ... 30 ppm NH₃ szivárgás mellett [ETSI-GIR-45], de ennél magasabb, 85 %-ig terjedő csökkenésről is beszámoltak ammónia injektálással kapcsolatban földgáztüzelésű regeneratív égővel. Más források 900 Co-os levegő előmelegítési hőmérséklettel, valamint kohó- és kamragáz keverékével üzemeltetett égő távozó füstgázába injektált ammónia és karbamid alkalmazásáról számoltak be. A maximálisan elért csökkenés mindkét reagenssel 80 % nagyságrendű volt. Ezek az adatok 600 kW_{th} értéket meg nem haladó kísérleti kemencétől származnak, amely ebben az esetben a szokásos mélykemence nagyságrendjének 1/3 méretű változata [HMIP-95-003].

¹ Az €-ban kifejezett költségeket 0,12 € : 1 SEK árfolyamon számoltuk ki.

Az SNCR eljárás műszaki kivitelezhetőségével kapcsolatosan némi kételyek merültek fel, amelyek korlátozhatják alkalmazhatóságát az újrahevítő kemencéknél. Az SNCR eljárás újrahevítő kemencéknél történő alkalmazását akadályozó tényezők a technológiai folyamat feltételeinek nagymértékű változékonysága (úm. hulladékgáz hőmérséklet, áramlási mennyiség, stb.), valamint a megfelelő hőmérsékleti ablak hiánya folytán – valószínűleg ugyanúgy, mint a korábban említett SCR alkalmazásánál – a következők:

- Az SNCR hőmérsékleti ablaka kb. 850 ... 1100 C° (a reagenstől függően). Azoknál a regeneratív rendszereknél, amelyeknek a kemence hőmérséklete jóval meghaladja az 1000 C°-ot, a megfelelő SNCR hőmérsékleti tartományt meg kell találni a regenerátor ágyon belül, amely megakadályozhatja ennek a módszernek az alkalmazhatóságát. A szabályozó rendszerek is bonyolultak lehetnek, ha követni kell valamilyen hőmérsékleti ablakot, ami megváltoztathatja az elhelyezkedését a kemencén/égőn belül, amint a hőbevitel és a termelési mennyiség változik [HMIP-95-003], [EUROFER HR].
- Az SNCR eljárás másik lehetséges hátránya lehet az ammóniumsulfát képződése a felesleges NH³ továbbjutása által. Az olyan tiszta fűtőanyagok, mint a földgáz alkalmazása az SNCR eljárásnál, ki kell, hogy küszöbölje azoknak a máskülönben jelentkező megtapadó és korróziót okozó vegyületeknek a problémáját, melyeket korábban említettünk. Ennek előfordulása nem valószínű a kéntartalmú acélműi gázok esetében [HMIP-95-003].

Gazdaságosság

A svéd üzemek gazdaságossági adatai azt mutatják, hogy a 6,63 €/kg NO_x csökkentett érték ugyanakkor 0,33 € járulékos költséggel is jár 1 tonna hengerelt acéltermékre számítva. A mh széles szalag 400 €/t körüli árát alapul véve ez a relatív költség 0,08 %-ot tesz ki. A két üzem éves termelési mennyisége 1,2 mt hengerelt acél [Németország 7.4]

Az alkalmazás motiváló tényezői:

Az SNCR berendezések beépítését a helyi előírások szigorodása váltotta ki. A térségben határértéket állapítottak meg a teljes évi NO_x kibocsátásra, és növelni akarták a termelést. A termelés növelése viszont csak úgy volt megvalósítható, ha csökkentik a kibocsátás mértékét, s ennek megoldására az SNCR eljárás alkalmazását találták a legjobb megoldásnak.

Hivatkozott irodalom: [HMIP-95-003], [ETSU-GIR-45], [EUROFER 17.4]

3.1.3.10 Külső füstgáz visszavezetés (FGR)

Ismertetés: - ld. D.2.3 fejezetben

Főbb elért környezeti előnyök

- Csökkent NO_x kibocsátás.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő kemencéknél
- A gyakorlatban átépítéskor fizikai nehézségeket okozhat új füstcsatornák beépítése és a hozzáférhetőség biztosítása.
- Némiképpen okozhat a szabályozás is olyan esetekben, ahol a hulladékgáz összetétele, s ennél fogva a mennyisége is változó (pl. olyan integrált vasművekben, ahol kevertgázt használnak fűtésre).

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- Megnövekedhet a fűtőanyag fogyasztás (mindaddig, amíg a füstgáz mennyiségét és hőmérsékletét nem befolyásolja az FGR eljárás, a tüzelés hatékonysága és fűtőanyag fogyasztás változatlan marad, de ez ugyanakkor a levegő előmelegítési hőmérséklet növelésével jár).

Üzemeltetési adatok:

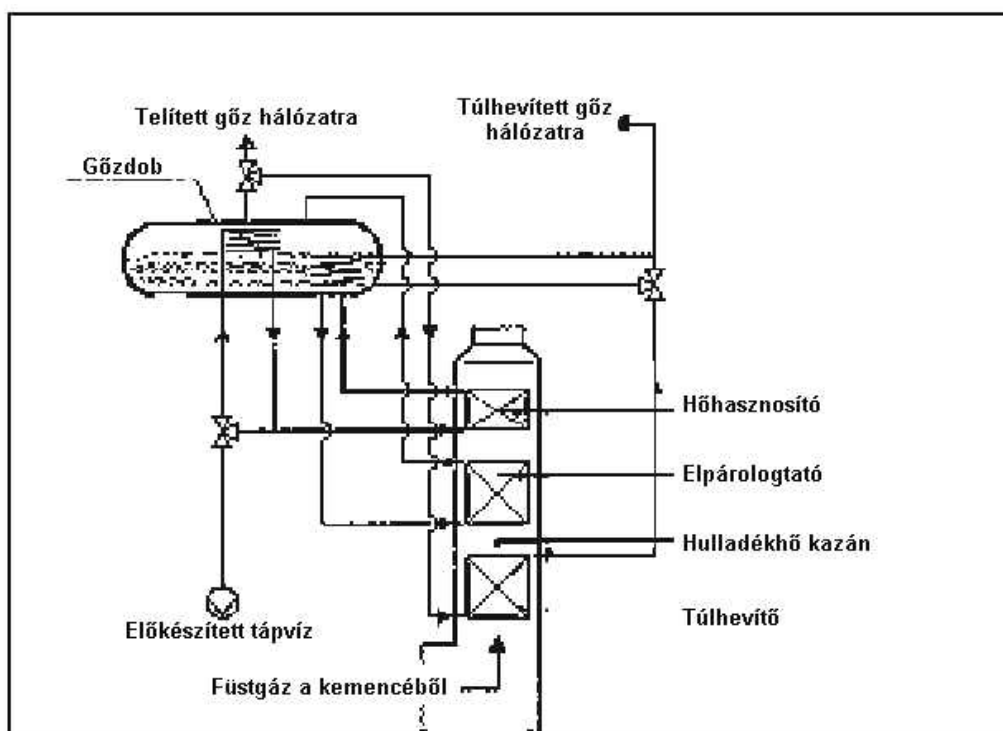
Az egyik, kamragáz tüzelésű legalább 140 t/h teljesítményű acél buga újrahevítő üzemből kapott adatok szerint az NO_x csökkenés 51,4 %, 69,4 % és 79,8 % (657 mg/m³ alapszintről számítva) 10 %, 20 % és 30 % füstgáz visszavezetés mellett [ETSU-GIR-45].

A különböző kialakítású égőkre megadott fűtőanyag fogyasztás (és ennél fogva CO₂ kibocsátás) növekedésről megadott adatok 1,1 ... 9,9 % között mozognak (FGR tartománya 10 ... 50 %) [ETSU-GIR-45].

3.1.3.11 Hulladékhő hasznosító kazán**Ismertetés:**

A hulladékhő hasznosító kazán beépítési helye a kemence kimenete és a kémény között lehet (csökkentve a rekuperáló rendszer hatékonyságát) – vagy pedig a rekuperátor és a kémény között. A hulladékhő hasznosító kazán a távozó füstgáz hőtartalmát gőz termelésére hasznosítja. A távozó füstgáz hőmérséklete a hőhasznosító kazán után kb. 200 C° értékre csökken le. Az ilyen módszerrel megvalósított gőztermelés máshol előállítandó gőzt takarít meg (pl. a hőerőműben vagy a fűtőműben). Ennek eredményeképpen jelentős energia és kibocsátás takarítható meg.

Az így termelt gőz azután felhasználható magában a hengerűben fűtési célokra, vagy pedig a hengerűn kívül villamos energia termelésre az erőműben, és a városi távfűtő hálózat működtetésére [EUROFER HR].



A.4-3 ábra: Hulladékhő hasznosító kazán elvi vázlata [EUROFER HR]

Főbb elért környezeti előnyök

- Hatékony energia kihasználás.
- Erőforrásokat takarít meg, mivel nem szükséges fűtőanyagot felhasználni máshol a gőz előállítására, s így a kibocsátások csökkennek.

Alkalmazhatóság:

- Új üzemeknél
- Meglévő üzemeknél, feltéve, hogy van elég hely hozzá.

Referencia üzemek:

Voest Alpine (2 kazán), Svenskt Stål AB

Üzemeltetési adatok és gazdaságosság:

Voest példája

Gőz hőmérséklet	320 C°
Gőz nyomás	18 bar
Hulladékgáz hőmérséklet a vízmelegítő kazán után	200 C°
Energia visszanyerés	0,17 GJ/t (12 % fűtőanyag megtakarítás)
Beruházási költségek	4,5 m€/hővisszanyerő kazán (65 t/h)

	Csökkenés ¹ [%]	Beruházási költség [M ECU]
--	----------------------------	----------------------------

Hulladékhő hasznosító kazán	Csökkenés ¹ [%]		Beruházási költség [M ECU]	
	NOx	Energia ²	Új berend.	Meglévő berend.
	15	15	4,0	4,0
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER HR]. Viszonyítási alapul évi 1,5 mt kapacitású kemencét vettek, amely földgáz-tüzeléssel és szabványos égőkkel rendelkezik, levegő-előmelegítés nélkül. A beruházási költségek a szóban forgó helyszíntől függenek (rendelkezésre álló hely, a meglévő kemence elrendezése, az oldalsó és alsó égők száma).				
¹ A hulladékhő hasznosító kazánok kihatása elhanyagolható, ha rekuperátorokkal vagy regeneratív tüzelési rendszerekkel kombinálva alkalmazzák				
² Az energia felhasználás csökkenésének százalékban kifejezett értéke ugyanilyen mértékű hatást gyakorol az SO ₂ , CO és CO ₂ kibocsátásra is.				

A.4-8 táblázat: A hulladékhő hasznosító kazánok alkalmazásával elérhető jellemző csökkenési értékek és költség adatok

A hulladékhő hasznosító kazánok telepítésének csak akkor van értelme, ha meghatározott igény, azaz fogyasztó van a gőzre. Viszont csak marginális hatás várható a telepítéstől olyan esetekben, amikor azt a hulladékhő hatékony visszanyerésével kapcsolják össze rekuperátorok alkalmazásával, vagy pedig regeneratív égő rendszerrel és megfelelő kemence kialakítással [EUROFER HR].

Az alkalmazás motiváló tényezői:

Csökkentett energia fogyasztás, monetáris előnyök.

3.1.3.12 Optimalizált csúszósín kialakítás a csúszósín foltok csökkentése céljából

Ismertetés:

SMC – csúszósín foltokat kompenzáló eszköz

A toló típusú kemencékben a bugák vízzel hűtött alátámasztó csöveken fekszenek fel, amelyek helyi lehűlést (csúszósín foltokat) hoznak létre a bugák alsó felületén, melyeket azután még a kemencében tartózkodás ideje alatt kompenzálni kell, nehogy változások lépjenek fel a késztermék vastagságában.

A hőntartási idő ugyan lecsökkenthető, ha megfelelő módszerrel ezeket a sínfoltokat felhevítik, vagyis helyi indukciós hevítéssel (sínfolt kompenzáló eszközzel). A hűtő rendszer és a kemencefal által okozott veszteségek az időben csaknem állandók, függetlenül attól, hogy a kemencét teljes vagy részleges terheléssel üzemeltetik.

Főbb elért környezeti előnyök

A kemence tűzterében tartózkodás – és következésképpen az átfutási – idejének csökkentése energia-megtakarítást eredményez. Ugyanakkor arról is beszámoltak, hogy az SMC alkalmazása sok energiát igényel az indukciós hevítéshez [Com2 HR].

Kemence csúszósín lovasok

A csúszósín foltok képződésének csökkentésére alkalmazott másik módszer az ún. csúszósín lovasok használata. Ezek a kemence csúszósínjeire szerelt különleges anyagból (fémötvözetből vagy kerámiából) készült eszközök, melyek csökkentik a hőmérséklet disszipálását.

Főbb elért környezeti előnyök

- Mint az SMC eljárásnál, itt is csökken a hőmérséklet kompenzáció, emellett nő a kemence áteresztő képessége és csökken az energia fogyasztás is.

Csúszósín eltolás

A korszerű léptetőgerendás kemencéknél az anyagot tartó csúszósínek a kemencében nem végig egyenes vonalban helyezkednek el. Főleg a csúszósínek utolsó szakasza, a kemence kimeneti végének közelében, eltolva helyezkedik el, ami ily módon megosztja, s ennél fogva csökkenti a csúszósínek által okozott hőfoltosodást.

Főbb elért környezeti előnyök

Javul a minőség és csökken a hulladék kibocsátás.

Alkalmazhatóság:

- A csúszósín lovasok és a csúszósín eltolás csak új berendezésnél alkalmazhatók, mivel elhelyezésüket a tervezés időszakában figyelembe kell venni.
- A csúszósín folt kompenzáló eszköz: új és meglévő berendezéseknél is alkalmazható.

Üzemeltetési adatok:

A csúszósín eltolás és a sínfolt kompenzálás alkalmazásáról kapott adatok szerint az energia fogyasztásnál 1 %, az NO_x kibocsátásnál pedig ugyancsak 1 % csökkenést értek el [EUROFER HR].

3.1.3.13 A betét továbbító berendezés által okozott energiaveszteség csökkentése**Ismertetés:**

Az újrahevítő kemencék egyes részegységeinek védelme és szilárdsága fenntartása céljából vízűtést alkalmaznak; ezek közé tartoznak az ajtók, hordgyűrűk és a betét szállító vagy tartó szerkezet. A vízűtésű alkotórészek jelentős energia veszteség forrást képeznek. Nevezetesen a folyamatos (léptetőgerendás) kemencék betét szállító rendszereinél, ahol ennek a veszteségnek a mértéke elérheti a bevitt fűtőanyag 6 ... 12 %-át is a szokásos üzemeltetési feltételek mellett. A kemence-kampány végéhez közeledve azután – amikor már a hűtött

alkotórészek hőszigetelése kezd tönkremenni – ez a veszteség elérheti a 20 ... 25 %-ot is [ETSU-G76], [Com2 HR].

A betét tartó szerkezet által okozott veszteségek még a tervezés stádiumában lecsökkenthetők a hűtött gerendák és tartó elemek számának optimalizálása, illetve lehetőség szerinti csökkentése, valamint megfelelő hőszigetelés alkalmazása által [ETSU-G76].

Főbb elért környezeti előnyök

- A vízhűtésű veszteségek csökkentésénél 26,7 GJ/h értékről számoltak be (ami 44,5 GJ/h fűtőanyag megtakarításnak felel meg) [ETSU-G76].

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő kemencéknél
- Meglévő kemencéknél az optimalizálás a tűzállóanyag felújítása során végezhető el [Com2 HR]

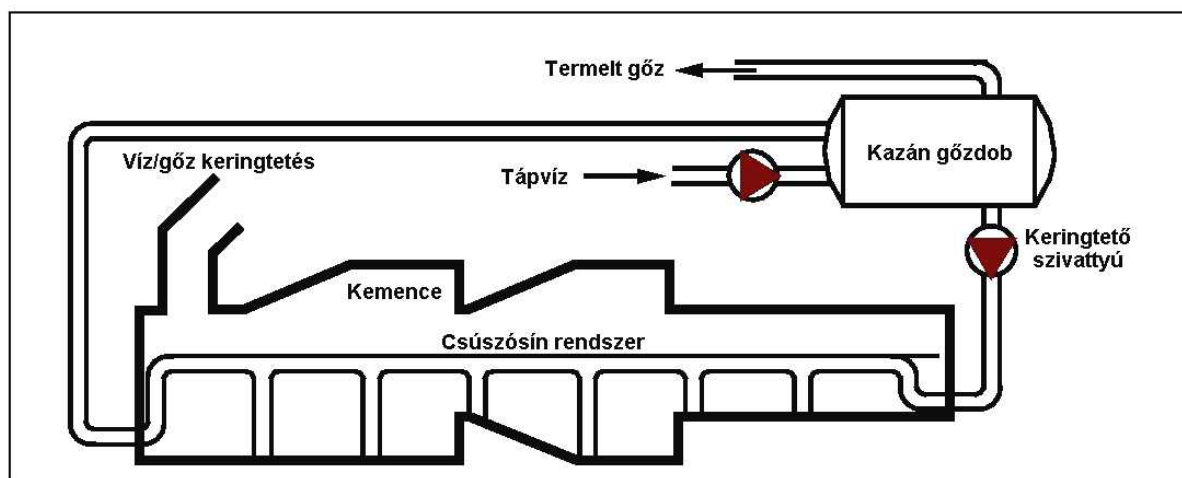
A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- 46 % csökkenés a vízfelhasználásban [ETSU-G76].
- A toló szerkezet energia fogyasztásának a csökkenése [ETSU-G76].
- Csúszósín hőfoltok csökkenése, minőség javulás [ETSU-G76].

3.1.3.14 Kemence csúszósínek elpárologtató hűtése

Ismertetés:

A csúszósínek hűtő energia veszteségei gőztermelésre használhatók fel. Az újrahevítő kemencéknél zártkörű, kényszer-keringtetésű hűtőrendszer alkalmazható, amelyben kb. 95 % víz és 5 % telített gőz keverékét keringtetik. A csúszósínek hűtése során termelt gőz azután a rendszerből kivonják és további felhasználásra a fogyasztókhoz vezetik [EUROFER HR].



A.4-4 ábra: Kemence csúszósín elpárologtató hűtésének jellemző elvi megoldási vázlata [EUROFER HR]

Főbb elért környezeti előnyök

- Hatékony energia hasznosítás, nyersanyag forrást takarít meg, mivel nem kell máshol fűtőanyagot felhasználni az így termelt gőz előállítására, s csökkennek a kibocsátások is.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő berendezéseknél
- Csak akkor van értelme, ha az adott helyen igény van a gőzre [ETSU-G76].

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai: - nincs tudomásunk más közegekre gyakorolt negatív hatásáról.

Referencia üzemek:

Svenskt Stål AB, EKO Stahl

Üzemeltetési adatok és gazdaságosság:

Az EKO Stahl példája [Input-HR-1]

- átlagos üzemi nyomás a 23 bar kazánban
- a hűtővíz átlagos hőmérséklete 222 C° (23 bar nyomáson)
- lehetséges gőztermelés a 10 ... 41 t/h (a tűzállóanyag turbina számára állapotától és a kemence üzemi feltételeitől függően)
- generátor kapacitás 4,16 MW
- gőztermelés (hideg betétnél) Ø 18 t/h
- gőztermelés (meleg betétnél) Ø 22 t/h
- visszanyert energia n. a.

A kapott általános csökkenési és költség adatok az alábbi táblázatban találhatók.

Kemence csúszósín elpárologtató hűtés	Csökkenés ¹ [%]		Beruházási költség [M ECU]	
	NOx	Energia ²	Új berend.	Meglévő berend.
	7	7	4,0	4,0
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER HR]. Viszonyítási alapul évi 1,5 mt kapacitású kemencét vettek, amely földgáz-tüzeléssel és szabványos égőkkel rendelkezik, levegő-előmelegítés nélkül. A beruházási költségek a szóban forgó helyszíntől függenek (rendelkezésre álló hely, a meglévő kemence elrendezése, az oldalsó és alsó égők száma).				
¹ A kemence csúszósín elpárologtató hűtés kihatása elhanyagolható, ha rekuperátorokkal vagy regeneratív tüzelési rendszerekkel kombinálva alkalmazzák.				
² Az energia felhasználás csökkenésének százalékban kifejezett értéke ugyanilyen mértékű hatást gyakorol az SO ₂ , CO és CO ₂ kibocsátásra is.				

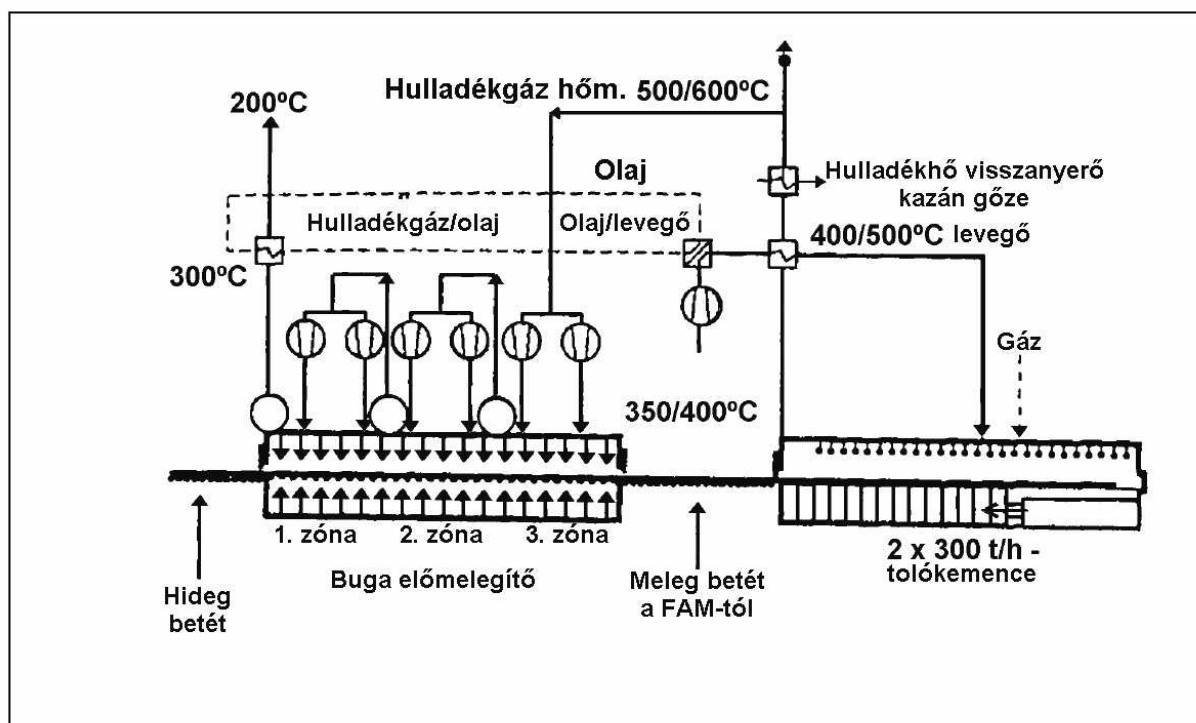
A.4-9 táblázat: A kemence csúszósín elpárologtató hűtés alkalmazásával elérhető jellemző csökkenési értékek és költség adatok

A csúszósínek jó hőszigetelési megoldása mellett az elpárolgató hűtésnek csak jelentéktelen hatása lehet.

3.1.3.15 A betáplált betét előmelegítése

Ismertetés:

Az újrahevítő kemencék hulladékgázának hőtartalma felhasználható a bevitt betét előmelegítésére oly módon, hogy a hulladékgázt alulról és felülről a bugákra fúvatják. Még regeneratív égők és hulladékhő hasznosító kazán alkalmazása mellett is elegendő lehet a hulladékgáz hőtartalma a bugák 400 C°-ig történő előmelegítéséhez. Példaként az egyik toló típusú újrahevítő kemence elején beépített buga előmelegítő vázlatát az A.4-5 ábrán mutatjuk be.



A.4-5 ábra: Hulladékgázzal működő buga előmelegítő elvi vázlata
[StuE-113-10]

Főbb elért környezeti előnyök

- Energia felhasználás csökkenés (20 %) az újrahevítő kemencében.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő folyamatos újrahevítő kemencéknél (olyan esetekben, ahol a betét rekuperáló nincs már eleve beépítve a kemencébe).

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai: - nincs tudomásunk más közegekre gyakorolt negatív hatásáról.

Referencia üzemek:

Preussag Stahl, Salzgitter

Üzemeltetési adatok – a példában szereplő esetről

Az A.4-5 ábrán bemutatott előmelegítőt két tolókemence bemenetén építették be. A kemencék teljesítménye 300 t/h, és tüzelése regeneratív égőkkel történik. A kemence hulladékgázának hőtartalmát először is a hulladékhő hasznosító kazánban nyerik vissza részlegesen. Ezután azonban még mindig 500 ... 600 C° között van a hőmérséklete, amit a buga előmelegítőben hasznosítanak a bugák 400 C°-ig történő előmelegítésére. Az előmelegítőből távozó hulladékgáz hőmérséklete még mindig 300 C°, s ezért a regeneratív égők égési levegőjének előmelegítésére alkalmazzák kb. 150 C° hőmérsékletig (olajos hőcserélők útján). Ezután a hulladékgázt 200 C° hőmérsékleten bocsátják ki [StuE-113-10].

Az előmelegítők helyett másik megoldásként a hulladékgáz hőtartalma az igen hosszú léptetőgerendás kemencéknél a tüzelés nélküli hosszú előmelegítési zónában hasznosítható [StuE-113-10].

3.1.3.16 Hővisszatartó szekrény / hővédő fedelek alkalmazása

Ismertetés:

A hővisszatartó szekrények vagy hőszigetelt kamrák alkalmazásának az a célja, hogy elősegítse a hő megtartását az acélban, és hogy megfelelő összeköttetést biztosítson a forró betét elindítási helye és a kemence között. Az olyan félkész termékeket, amelyek nem adhatók be azonnal a sorba (program koordinálási okokból és a rövid megszakítások áthidalása céljából), szintén ezekben a fűtés nélküli hőszigetelt szekrényekben lehet tárolni a nyitott tárolótér helyett. Ily módon csökken a bugák hővesztesége, és a beviteli hőmérséklet is magas szinten tartható. A bugák tárolási ideje átlagban 8 óra. A hőszigetelt térben tárolt buga hőmérséklete kb. 220 C°-kal magasabb, mint a nyitott téren tárolt bugáé [EUROFER HR], [ETSU-G76].

Az újrahevítő kemence üzemi hőmérsékletének csökkentésére és a kemencétől a hengersorig terjedő útvonalon előálló hőveszteség megakadályozására alkalmazott másik megoldás a hevítő kemence és a hengersori állványok között hővédő pajzsok (hővisszatartó fedelek) beépítése. Az öntőgéptől az újrahevítő kemencékhez vezető szállítási útvonalon a keletkező hőveszteségek azonos módon akadályozhatók meg [DFIU98], [ETSU-G76].

Főbb elért környezeti előnyök

- Az energia felhasználás csökkenése az újrahevítésnél.

- A folyamatos öntőmű és az újrahevítő kemence között alkalmazott hővédő fedelekkkel kb. 0,33 GJ/t hőmennyiség takarítható meg [DFIU98].

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő berendezéseknél
- Minden olyan folyamatos öntőműnél, amely a hengermű közvetlen szomszédságában van [Com A].
- Korlátozó tényezői azonosak a meleg betétével [Input-HR-1].

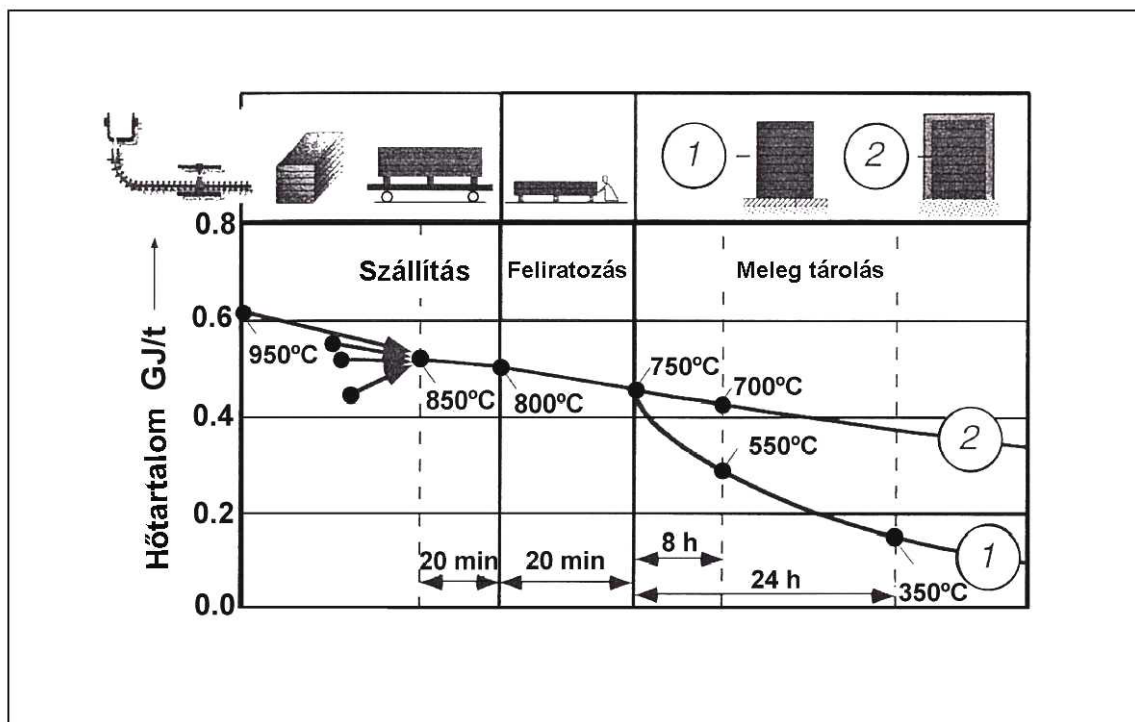
A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai: - nincs tudomásunk más közegekre gyakorolt negatív hatásáról.

Referencia üzemek:

- VA Stahl Linz (max. 5000 t), Ausztra [Input-HR-1].
- HADEED, Szaúd-Arábia [Com A].
- Stahlwerke Bremen [STuE-117-5].

Üzemeltetési adatok – a példában szereplő esetről

A FAM bugáknak az újrahevítő kemencék előtti betét-beviteli hőmérséklet növelésére alkalmazható lehetséges megoldásokat a Stahlwerke Bremen cégnél numerikus modellezéssel vizsgálták meg. Az adott berendezés méréseinek és számítógépes szimulációval kapott eredményei azt mutatták, hogy a buga magrészének hőmérséklete közvetlenül az öntés után kb. 950 C° volt. Útban a meleghengermű bugateréig a bugák hőmérséklete 200 fokkal lecsökkent, 750 C°-ra; 24 órás tárolás során a hőmérséklet tovább csökkent, miután az újrahevítő kemence előtti betét hőmérséklet csak kb. 350 C° volt. A folyamatos öntőmű és a hengerlési program összehangolásának optimalizálása által a tárolási időt az 1/3-ára tudták lecsökkenteni. Ezenkívül a bugáknál 50 mm ásványgyapot bélésű hővédő burkolatokat alkalmaztak. Bizonyítást nyert, hogy 8 órás tárolás után, 750 C° hőmérsékletről indulva még mindig tartható volt a 700 C°-os betét-beviteli hőmérséklet. A korábbi (350 C°-os) betét beadagolási gyakorlattal összehasonlítva így módon a kemencénél 0,25 GJ/t pótlólagos hőbevitelt értek el, aminek felét a rövidebb tárolási idő, másik felét pedig a hőszigetelés alkalmazása eredményezte [STuE-117-5].



A.4-6 ábra: A betét-beviteli hőmérséklet növelését célzó módosított tárolási megoldás [StuE-117-5]

Gazdaságosság

A beruházás megtérülése 1 év a VA Stahl Linz Acélműben [Com A].

Beruházási költségek 2 m€, Voest [Input-HR-1].

Az alkalmazás motiváló tényezői:

- Termelékenység növekedés az újrahevítő kemencénél és a hengerson.
- CAQC alkalmazásával növekedett a meleg betét beviteli aránya [Com A].

Hivatkozott irodalom:

A meleg vagy közvetlen betét-bevitel megoldásai és koncepciói. A 7. Nemzetközi Öntési Konferencián elhangzott 50. előadás, 1996. május 20-22. [Com A].

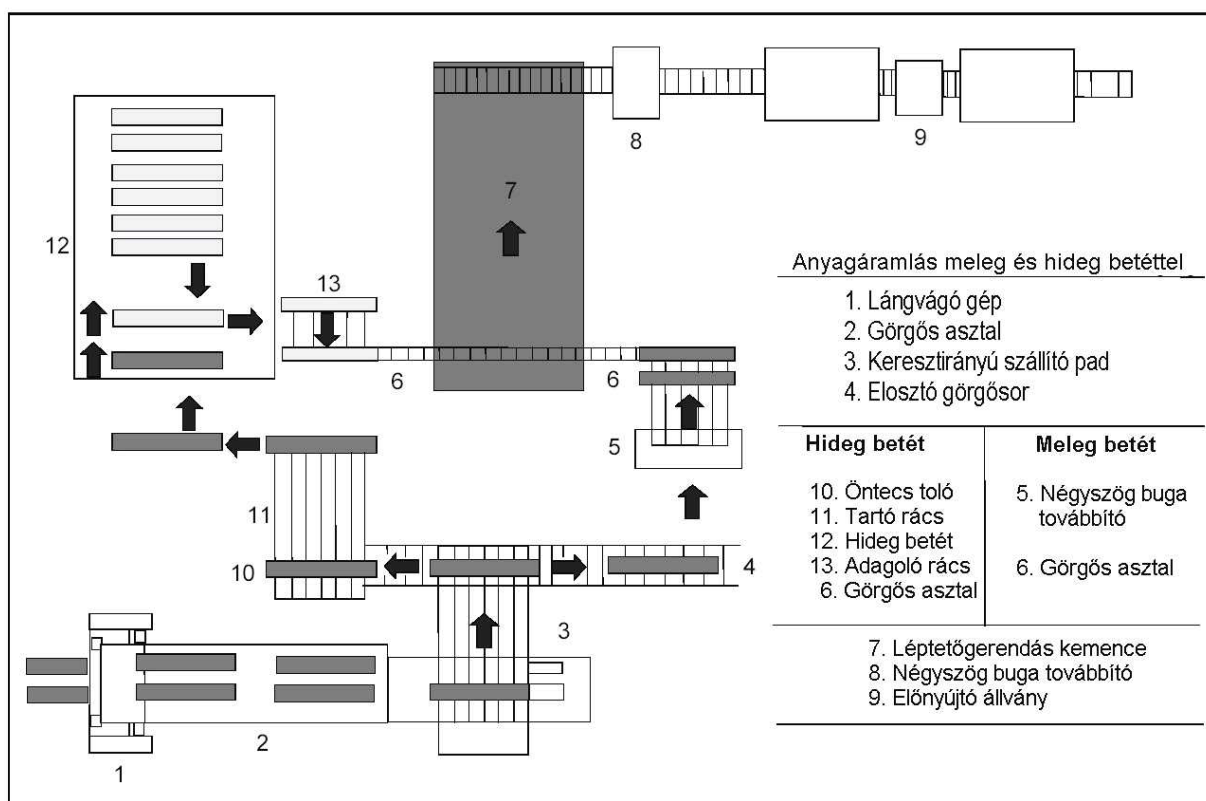
3.1.3.17 Meleg betét-bevitel – közvetlen hengerlés

Ismertetés

A hagyományos megoldással szemben (ahol az anyagot tárolják és közben lehűl), itt a folyamatosan öntött bugák (négyzet és lapos bugák) megmaradó hőtartalma hasznosítható, az újrahevítő kemencébe történő közvetlen bevitel útján. A meleg betét-bevitel 300 ... 600 °C közötti hőmérsékletet jelent; a közvetlen hengerlés pedig 900 ... 1000 °C közötti beviteli hőmérsékletet. Ezek az eljárások azonban csak akkor alkalmazhatók, ha a felület minősége is

elég jó ahhoz, hogy ne kelljen lehűteni és lánghántolni a bugákat, és emellett az acélmű gyártási programja is megfelelően összehangolható legyen a megleghengerműjével. Számítógépek alkalmazásával összehangolható a gyártás mindkét üzembn a Megrendelők igényeinek megfelelően, és a megfelelő hengerlési program kialakításához is.

Az A.4-7 ábrán olyan lehetséges anyagáramlási folyamatábrát mutatunk be, amely lehetővé teszi úgy a hideg, mint a meleg betét bevitelét. Optimalizált gyártástervezéssel és a gyártási programok számítógépes szinkronizálásával az acélmű és a hengermű között elérhető, hogy a meleg betét aránya meghaladja a 60 %-ot is, kb. 800 C° hőmérséklet mellett. Ehhez azonban szükségessé válhat hőntartó kemence alkalmazása a megleghengersor előtt.



A.4-7 ábra: A hideg/meleg betét-bevitelt bemutató anyagáramlás vázlata [DFIU98]

Főbb elért környezeti előnyök:

- Az energia fogyasztás csökkenés (fűtőanyag megtakarítás).
- Csökkent SO₂, CO és CO₂ kibocsátás.

Alkalmazhatóság

- Új és meglevő berendezéseknél.
- Az alkalmazhatóságot meglevő üzemeknél korlátozhatják bizonyos tényezők, ún. az üzem adott elrendezése és üzemeltetési logisztikája. Fontos technológiai paraméternek számít a hengermű típusa és konfigurációja, az öntőmű távolsága az újrahevítő kemencétől és a hengersortól (ez befolyásolja a betét szállítási idejét az acélműtől az

újrahevítő kemencéig), valamint az acél specifikációi. Néha az alkalmazás lehetetlen tüzelés nélküli előmelegítő zónával kialakított újrahevítő kemencéknél. A meleg beté-bevitel és közvetlen hengerlés megvalósításának az a feltétele, hogy lehetővé tegye a kemence teljesítményének növelését, a hőmérséklet normalizálását (pl. szélhevítőkkel), a programmentes hengerlést, valamint az acélműi termelési programhoz történő igazodás lehetőségét (öntőmű) és a hengersor megfelelő programozását, és a jó minőségű (felületi tisztaságú) bugák alkalmazását, stb. [DFIU98], [ETSU-G77].

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- Csökken a betét tartózkodási ideje a kemencében.
- Magasabb termelékenység (pl. 10 ... 25 %-kal).
- Javul a kihozatal és a termék minősége a kisebb mértékű reveképző-désnek és dekarbonizációnak köszönhetően.
- Csökken a hulladékképződés a soron következő további technológiai folyamatoknál, pl. revétlenítés.
- A távozó füstgáz hőmérséklete növekedhet [ETSU-G77].

Referencia üzemek:

- EKO Stahl, [Input-HR-1]
- Rotherham Engineering Steels, [ETSU-CS-263]
- Stahlwerke Thuringen [StuE-118-2]

Üzemeltetési adatok:

Az A.4-10 táblázatban a meleg betét alkalmazásának az energia fogyasztásra és a meleg betét gyártási idejére gyakorolt hatását mutatjuk be. A bemutatott példában a termelékenység 10 %-kal nőtt 400 C°-os és 25 %-kal 700 C°-os meleg betét hőmérsékletnél.

Betét-beviteli hőmérséklet			
	20 C°	400 C°	700 C°
Fajlagos energia fogyasztás (fűtőanyag)	1,55 GJ/t	1,25 GJ/t	0,94 GJ/t
Csökkenés, százalék	0 %	19 %	39 %
Hőmennyiség acélra	0,80 GJ/t	0,56 GJ/t	0,37 GJ/t
Tartózkodási idő a kemencében ¹	100 min	90 min	75 min

¹ Példa: lágyacél négyszög buga, felső tüzelésű tolókemence, kitolási hőmérséklet 1200 C°.

A.4-10 táblázat: A meleg betét-bevitelnek a fűtőanyag fogyasztásra és a tartózkodási időre gyakorolt hatása [ETSU-G77]

Példák:

EKO Stahl – meleg lapos buga betét-bevitel [Input-HR-1]

- meleg betét százalék aránya 4,63 – 31,65 %, Ø 1998-ban 14,64 %
- átlagos lapos buga hőmérséklet 700 – 900 C°
- fűtőanyag fogyasztás (földgáz) 17 Nm³/t
- energia-megtakarítás 0,6 GJ/t

Rotherham Engineering Steels – meleg négyszög buga betét-bevitel [ETSU-CS-263]

- meleg betét százalék aránya 66,4 %
- négyszög buga beviteli kb. 700 C° hőmérséklet
- fajlagos energia fogyasztás 1,1 GJ/t a termelési időszak alatt
(SEC) 1,3 GJ/t a begyújtási energiával együtt
energia-megtakarítás: kb. 0,67 GJ/t (összehasonlítva a hasonló szerkezeti energia veszteségű léptetőgerendás kemencével, hatékonysága 67 % és SEC 1,9 GJ/t)

Stahlwerke Thuringen – meleg gerenda előgyártmány betét-bevitel [StuE-118-2]

- meleg betét százalék aránya > 60 %

Gazdaságosság:

Beruházás típusa	Beruházási költség	
	Új berendezés (M ECU)	Meglévő berendezés (M ECU)
Meleg betét (300 C°-on)	1,5	2,0
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER HR]. Viszonyítási alapul évi 1,5 mt kapacitású kemencét vettek, amely földgáz-tüzeléssel és szabványos égőkkel rendelkezik, levegő-előmelegítés nélkül. A beruházási költségek a szóban forgó helyszíntől függenek (rendelkezésre álló hely, a meglévő kemence elrendezése, az oldalsó és alsó égők száma).		

A.4-11 táblázat: Meleg betét alkalmazásának beruházási költségei [EUROFER HR]

Az alkalmazás motiváló tényezője: - Az energia fogyasztás csökkenése.

3.1.3.18 Közel kész méretre öntés – vékony lapos buga öntés

Ismertetés

A „közel kész méretre öntés” vagy vékony lapos buga öntés olyan tökéletesített folyamatos öntési eljárást foglal magában, amelynél a gyártott buga vastagságát a lehető legnagyobb mértékig lecsökkentik a kívánt végtermék alakjának megfelelően.

A rendelkezésre álló műszaki megoldások lényegében a lapos buga vastagságában különböznek, amely 15 ... 80 mm között mozog (míg a hagyományos vastagság tartománya 150 ... 300 mm), továbbá az újrahevítési eljárásban és az öntőmű/meleghengermű közötti szállítási útvonalban. A rendelkezésre álló vékony buga öntési eljárások a következők:

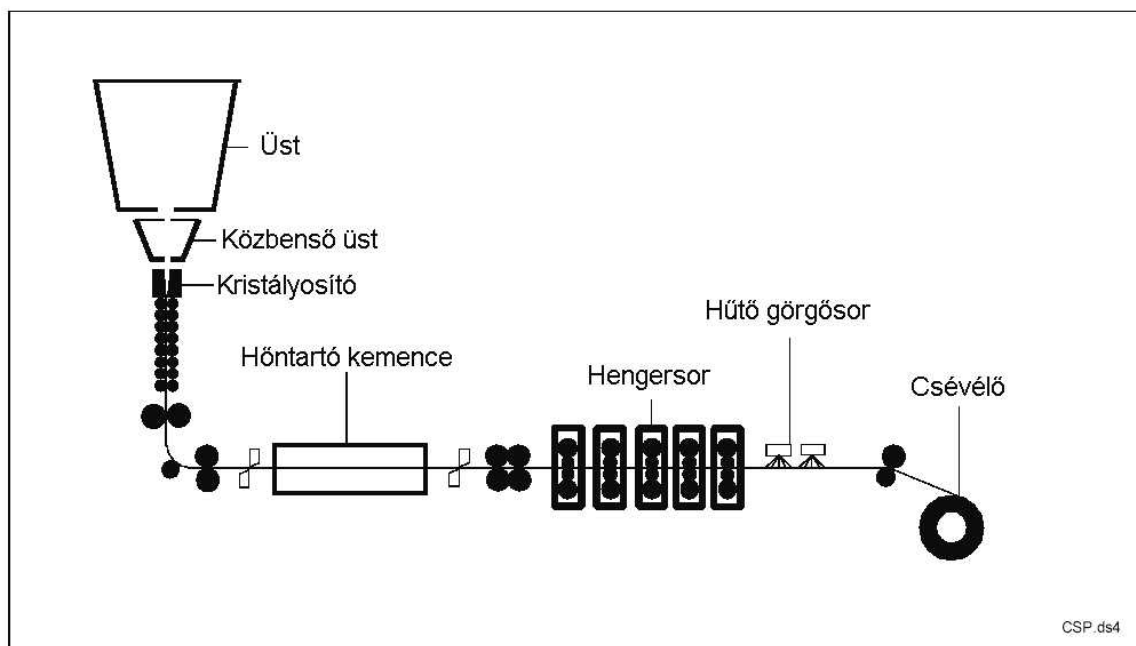
- **Kompakt szalag gyártás (CSP):** ennél tölcseres típusú kristályosítókat alkalmaznak kb. 50 mm vastagságú vékony buga öntéshez.
- **Inline szalag gyártás (ISP):** a kb. 60 mm vastagságú öntött szálát lágy szűrésnek vetik alá (még folyékony magrésszel) a kristályosító alatt elhelyezett hengerekkel, s ezt követően a már megszilárdult szálát kb. 15 mm vastagságú bugává alakítják tovább.
- **Folyamatos vékony buga öntés és hengerlés (CONROLL):** párhuzamos és egyenes falazatú kristályosítóval működik, öntési vastagsága 70-80 mm.
- **Közvetlen szalag gyártás (DSP):** 90 mm-es kristályosítóval működik és ezt lágy mag-zónás szűrés követi 70 mm vastagságig.

Az öntőgépek végül is a meleghengerlő készsorok bármely fő konfigurációjával összekapcsolhatók, ún. hagyományos készsor, bolygóhengeres hengesor, Steckel mill, stb.

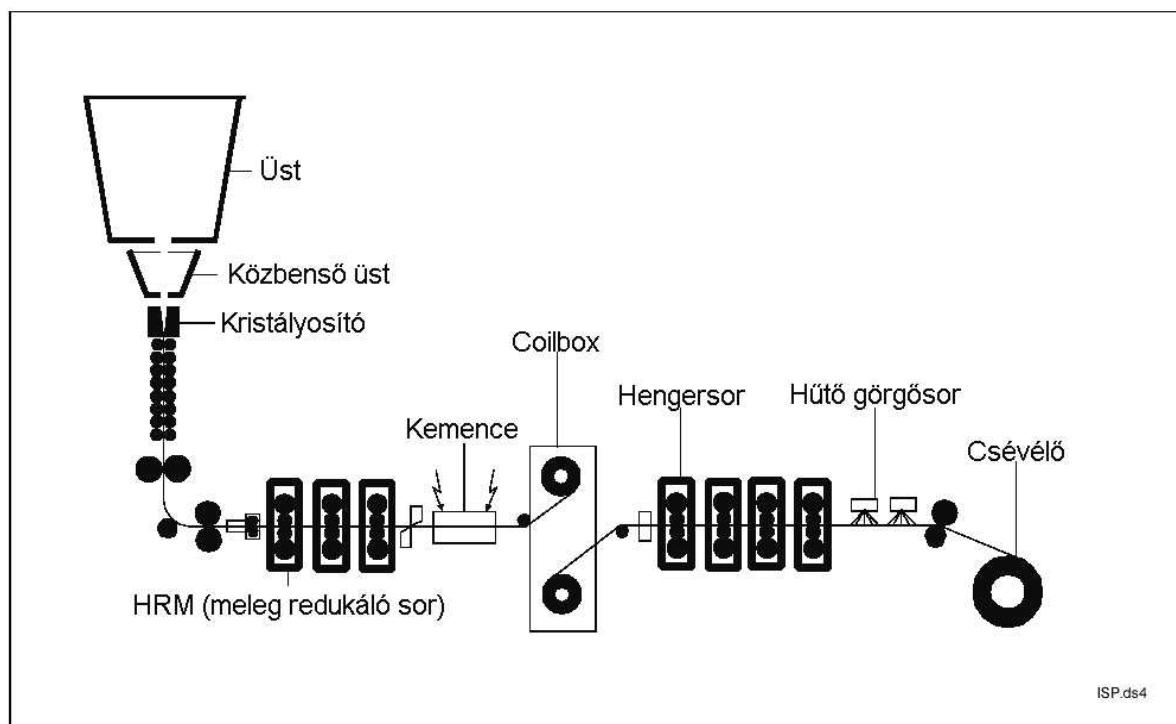
Az A.4-8 és A.4-9 ábrán példaként a CSP és ISP eljárás egy-egy elvi vázlatát mutatjuk be.

A különböző tervezési megoldású – egyenletes buga-beviteli hőmérsékletet biztosító újrahevítő kemencék képezik a kapcsolatot az öntőmű és a meleghengesor között. A vékony buga gyártó üzem típusától függően erre a célra alagút kemencéket vagy „Cremona box” megoldást alkalmaznak. Ezeknek a berendezéseknek az a fő célja, hogy a manapság használatos különböző keresztmetszetű és 50 ... 300 m közötti hosszúságú FAM bugák hőmérsékletét kiegyenlítsék és homogenizálják [Com2 HR], valamint hogy szabályozzák azok betáplálását a készsorba. Az öntőszálak számától függően egy vagy két kemencét alkalmaznak, amelyek komp szerkezettel kapcsolódnak.

A folyamatos kemencék és tüzelő rendszereik általában véve a hagyományos újrahevítő kemencékhez hasonló kialakításúak.



A.4-8 ábra: A CSP eljárás vázlata [DFIU98]



A.4-9 ábra: Az ISP eljárás vázlata [DFIU99]

Főbb elért környezeti előnyök:

- Csökkent energia fogyasztás.

Alkalmazhatóság:

- Új üzemeknél alkalmazható.
- Alacsony széntartalmú, nagyszilárdságú ötvözetlen és mikroötvözött szerkezeti és C acéloknál $> 0,22\%$ feletti minőségeknél [STuE-118-5].
- Jó minőségű rozsdamentes (ausztenites és ferrites, valamint martenzites minőségeknél – BHM, 142jG. 1997, hEFT 5, 210 - 214) [Com A].

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai: - nincs tudomásunk más közegekre gyakorolt negatív hatásáról.

	Buga méret [mm]	Teljesítmény [Mt/a]	Hengerelt vastagság [mm]	Beruházás kezdeté
Kompakt szalag gyártás				
Nucor Crawfordsville, USA	50 x 900 - 1350 50 x 500 - 1350	0.8 1	1.6 1.6	7/89 4/94
Nucor Hickman, USA	50(75) x 1220 - 1560 50(75) x 1220 - 1560	1 1	1.5 1.5	8/92 5/94
Nucor , Berkeley County, USA	50 x 1680	1.5	1.2	3/97
Geneva Steel Provo, USA	150-250 x 3200 max or 50 x 1880 max	1.9	durvalemez	7/94 - 95
AST , Terni, Italy	50 x 1000 - 1560	-	-	12/92
Hylba SA , Monterrey, Mexico	50 x 790 - 1350	0.75	1.2	11/94
Hanbo Steel Asan Bay, Korea	50 x 900 - 1560 50 x 900 - 1560	1 1	1.5 1.5	6/95 12/95
Gailatin Steel , Warsaw, USA	50 x 1000 - 1560	1	2.1	2/95
Steel Dynamics , Butler, USA	40-70 x 990 - 1560	1.2	1.2	1/96
Nippon Denro Ispal Calcutta, India	50 x 900 - 1560	1.2	1.2	8/96
Amalgamated Steel Mills Malaysia	50 x 900 - 1560	2	1.2	10/96
Ac. Compacta Bizkaya Bilbao, Spain	53 x 790 - 1560	0.91	1.3	7/96
Acme Metals Riverdale, USA	50 x 900 - 1560	0.9/1.8	1.25	10/96
Inine szalag gyártás				
Arvedi ISP Works Cremona, Italy	60* x 1070 - 1250 * (szűrés 40 mm-re megszilárdulás közben)	0.5	1.2	1/92
Posco , Kwangyang, Korea	75* x 900 - 1350 * (szűrés 60 mm-re megszilárdulás közben)	1 0.8	1.0 1.0	1996 1996
Nusantara Steel Corp Malaysia				?
Saldanha , South Africa		(1.4) ¹		?
Ipsco , USA		(1) ¹		?
Pohang Iron and Steel South Korea		(2) ¹		
Hoogovens Staal ² Ijmuiden, NL	70 – 90 x ??	(1.3)	1 – 2.5	
CONROLL				
Avesta , Sweden	80-200 x 660–2100	-	-	12/88
Armco , Mansfield, USA	75-125 x 635-1283	0.7/1.1	1.7	4/95
Voest Alpine , Linz, Austria				?
Közvetlen szalag gyártás				
Algoma , CAN ³	90* x 200 * (szűrés 60 mm-re megszilárdulás közben)		1	11/97

Megjegyzés: Forráshely [Jahrbuch Stahl 1996], információ referencia éve 1995.

¹ Forráshely [StuE-116-11], megrendelt üzemek, referencia év 1996.

² Forráshely [Steel News, 1998. március]

³ Forráshely [algoma.com]

A.4-12 táblázat: Vékony buga öntő üzemek (1995. júliusáig)

Üzemeltetési adatok:

Hagyományos buga öntéssel folytatott, 1 ... 3 mm vastag szalag gyártás – ahol a betét berakási hőmérséklete a kemencébe 20 C°, a kitolási pedig 1200 C° – és a fajlagos energia felhasználása pedig 1,67 GJ/t. A vékony buga öntősor – ahol is a kemence betét-beviteli hőmérséklete 960, kitolási hőmérséklete pedig 1150 C° –, s a fajlagos energia fogyasztása 0,50 GJ/t.

A vékony buga öntőművel öntött acélfajták (kereskedelmi termékek):

- Sima szénacélok a peritektikus tartományon kívül (CSP)
- (0,065 – 0,15 % C) (CSP).
- Magasan ötvözött és rozsdamentes acélok (CSP).
- Ötvöztelen szerkezeti acélok (ISP).
- Ötvözött szerkezeti acélok (ISP).
- Csőtávvezeték gyártási acélok (HSLA), (ISP).
- Olajtávvezeték helyszíni gyártására szolgáló acélok (ISP).
- Magasan ötvözött ausztenites és ferrites acélok (ISP).
- Rozsdamentes CONROLL acélok [közel kész méretre gyártva].
- Alacsony és ultra-alacsony szénacélok (CSP) [StuE-118,5], [AC-Kolloq].
- Szénacélok > 22 % C-tartalommal.
- Nagyszilárdságú (mikroötvözött és ötvöztelen) szerkezeti acélok.
- Mélyhúzható acélfajták.
- Mikroötvözött Nb acélok.
- Cu ötvöztetésű szerkezeti acélok [közel kész méretre gyártva].

	Hagyományos gyártási folyamat Jellemző fogyasztási értékek	Vékony buga gyártási folyamat Jellemző fogyasztási értékek
Villamos energia¹ (alakváltozási energia)	72 – 115 kWh/t átl. 94 kWh/t (az árnyékcsoport tagjainak jelentése szerint)	kb. 70 kWh/t (csak alakítás) kb. 77 kWh/t (coilbox berendezéssel együtt)
Újrahevítési energia (fűtőanyag fogyasztás)²	kb. 1300 – 1900 MJ/t	kb. 300 – 650 MJ/t
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER HR] ¹ Az alakítás mértékétől, a közbenső szalag hőmérséklettől és az anyag keménységétől függ. ² A fűtőanyag fogyasztás a kemence kialakításától és a beadagolt bugák vastagságától függ.		

A.4-13 táblázat: A hagyományos és vékony buga gyártás fogyasztási adatainak összehasonlítása

Gazdaságosság:

A vékony buga öntési eljárás hatékonyan megnyitotta a hengerelt lapos termékek piacát a mini mill üzemek előtt, melyek korábban többé-kevésbé kötve voltak a szálás termékek termeléséhez. Ennek a technológiai eljárásnak a bevezetése csökkentette az öntőművek méretét és kiküszöböli az előnyűjtót, ami beruházási költség-megtakarítást eredményez. A nem-

kritikus felületi minőséget igénylő piaci szegmens terén a meleg szalag így már gazdaságosan gyártható 0,8 ... 1,0 mt/év kapacitással is (egyszálas öntőművel).

Az alkalmazás motiváló tényezői:

- Az energia fogyasztás és a feldolgozási idő csökkenése folytán gazdaságossági/pénzügyi előnyöket kínál.

3.1.3.19 Közel kész méretre öntés / gerendaszelvény öntés

Ismertetés

A „közel kész méretre öntés” egy másik – általánosabb – formáját alkalmazzák a szerkezeti acél szálas termékek gyártása terén is. Itt a hagyományos négyszög buga helyett a FAM berendezésen egyből H, I vagy kettős T alakú nyers gerendaszelvényt öntenek.

Főbb elért környezeti előnyök

- Kevesebb energia bevitel szükséges az újrahevítésnél és hengerlésnél.

Alkalmazhatóság

- Új üzemeknél, vagy meglévő üzemek nagyobb mérvű korszerűsítésekor.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai: - nincs tudomásunk más közegekre gyakorolt negatív hatásáról.

Referencia üzemek:

- Northwertern Steel & Wire, USA [StuE-114-8]
- Chaparral Steel, USA [StuE-114-8]
- Kawasaki Steel, Nucor-Yamato, Yamato Steel Tung Ho Steel [StuE-114-9]
- Stahlwerke Thuringen [StuE-118-2]

Az alkalmazás motiváló tényezői:

- Növekvő kihozatal a FAM-on, a kevesebb végvágási hulladék folytán.
- Nagyobb a fajlagos hőátadás az újrahevítő kemencében.
- Kisebb a hengerlési folyamat átfutási ideje, nő a termelékenység [Com HR].

3.1.4 Revétlenítés

3.1.4.1 Anyagkövetés

Ismertetés:

A sor érintett területeinek automatizálása és perifériális szenzorok alkalmazása lehetővé teszi az anyag belépésének és továbbításának folyamatát a revétlenítőtől, továbbá azt is, hogy a kezelő ennek megfelelően nyissa rá a nagynyomású vízszelepeket. Ily módon a víz mennyisége folyamatosan a szükségletnek megfelelően állítható be.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent vízfogyasztás.
- Csökkent energia fogyasztás.

Alkalmazhatóság:

- Előnyújtó és készsornál, valamint durvalemez soroknál
- Új és meglévő lapos termékeket hengerlő üzemekben

3.1.4.1.1 Nagynyomású tároló berendezés használata**Ismertetés:**

Megfelelően méretezett nagynyomású tároló tartályokat alkalmaznak a nagynyomású víz ideiglenes tárolására és a nagy teljesítményű szivattyúk indítási fázisainak csökkentésére. Ezenkívül így módon a nyomást állandó szinten lehet tartani, amikor egyidejűleg több különböző revétlenítési folyamat is zajlik. Ez a módszer elősegíti az energia fogyasztás egyszerű korlátok között tartását – s ugyanakkor több különböző revétlenítési folyamat egyidejű alkalmazása esetén lehetővé teszi az optimális tisztítást és az igen jó minőségű termék gyártását az állandó értéken tartott rendszer nyomás által.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent energia fogyasztás.

Alkalmazhatóság:

- Előnyújtó és készsorok, valamint durvalemez sorok revétlenítő rendszerinél
- Új és meglévő lapos termékeket hengerlő üzemekben

3.1.5 Torlás**3.1.5.1 Méretező prés****Ismertetés:**

A hagyományos függőleges hengerállványnál a redukció tulajdonképpen csak a buga szélére korlátozódik, és csak kis hatást gyakorol a bugák középső részére. Ily módon az anyag

vastagsága a széleken megnő, kutyacsont alakú keresztmetszetet hozva létre. Az ezt követő vízszintes hengerlés során jelentős mértékű fordított – szélességi/oldal irányú terjeszkedési – folyamat zajlik le, ami a szélességi redukció alacsony hatékonyságát eredményezi.

A sorba beépített méretező prések a bugára kifejtett kovácsoló hatásnak köszönhetően megnövelik az anyag vastagságát a buga közepén is. Így a keresztmetszet alakja derékszögű marad, s az oldalirányú kiterjeszkedés a vízszintes hengerlési szűrés során csökken.

A méretező prések előnyújtó előtti alkalmazásával az öntőmű szélességi intervallumai és az ékes típusú bugák száma csökken. A FAM termelékenysége és a meleg betét beviteli aránya ezáltal növelhető [EUROFER HR].

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent energia fogyasztás.
- Csökkent szélezési és végvágási hulladék.

Alkalmazhatóság:

- Előnyújtó és durvalemez soroknál
- Új lapos termék gyártó meleghengerművekben
- Korlátozásokkal meglévő hengersoroknál

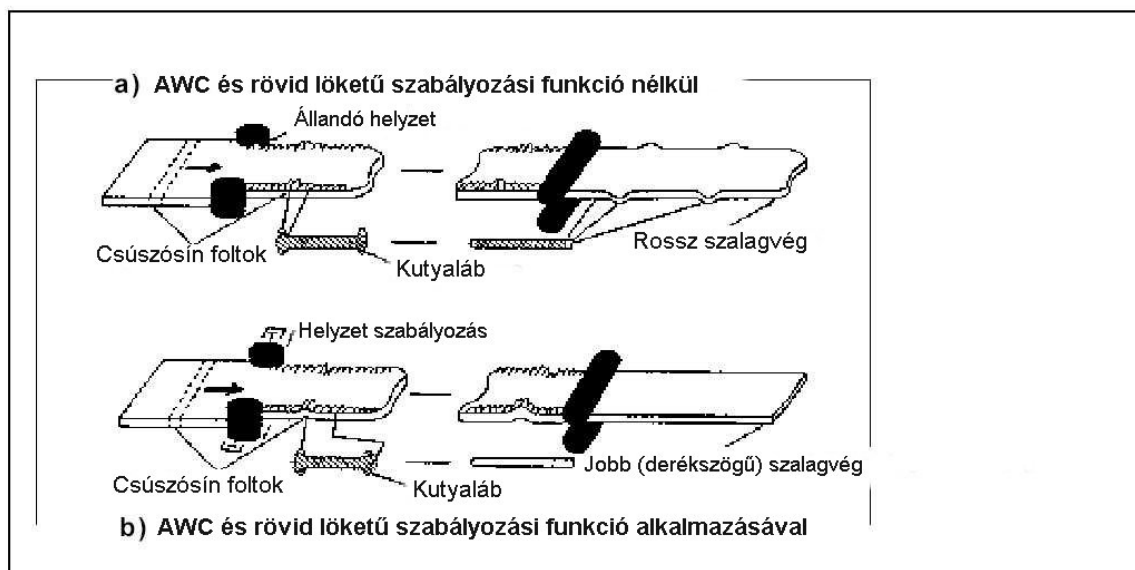
Referencia üzemek:

Sollac Fos, Thyssen Bruckhausen

3.1.5.2 Automatikus szélesség szabályozó rövid löketű szabályozóval ellátva

Ismertetés:

A hagyományos torlásnál a buga szélességét az anyag tényleges szélességétől és hőmérsékletétől függetlenül csökkentik, ezáltal szélességi eltéréseket idézve elő az előlemez hossza mentén, különösen nagy szélesség csökkentés mellett. Az automatikus szélesség szabályozó rendszer segítségével a torló szűrés folyamatát számítógépi modellezés útján állapítják meg. A szalag mindkét (fej- és láb-) végén a torlási értéket meghatározott hossz mentén folyamatosan csökkentik le, elkerülve ezáltal az ún. nyelv és/vagy halfarok alakú szalagvég létrejöttét, melyek a hagyományos hengerlés során egyébként jelentkeznek.



A.4-10 ábra: Az automatikus szélesség szabályozó működése

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent szélezési, fej- és lábvég vágási hulladék.

Alkalmazhatóság:

- Előnyújtó és készsoroknál, valamint durvalemez soroknál
- Új és meglévő, lapos termék gyártó meleghengerművekben

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

Javul a termék minősége és kihozatala, ennél fogva kevesebb anyagot kell újra felhasználni; csökken az energia felhasználás és a kibocsátás is.

Az alkalmazás motiváló tényezője: - javuló kihozatal.

3.1.6 Előnyújtás

3.1.6.1 Folyamat automatizálás

Ismertetés:

Számítógép alkalmazásával lehetővé válik a vastagság csökkentésének beállítása szűrásoként. Más szavakkal, a lapos és négyszög bugákat a lehető legkisebb számú szűrások

alkalmazásával hengerlik ki előlemezzé – még olyan rövid idejű megszakítások esetén is, amelyek során hőveszteség lép fel az anyagban.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent energia felhasználás.
- A kemence kitolási hőmérséklete csökkenthető.
- A szűrások száma optimalizálható.

Alkalmazhatóság:

- Előnyújtó és durvalemez soroknál
- Új és meglévő, lapos termék gyártó meleghengerművekben

3.1.7 Az előlemez továbbítása az előnyújtótól a készsorhoz

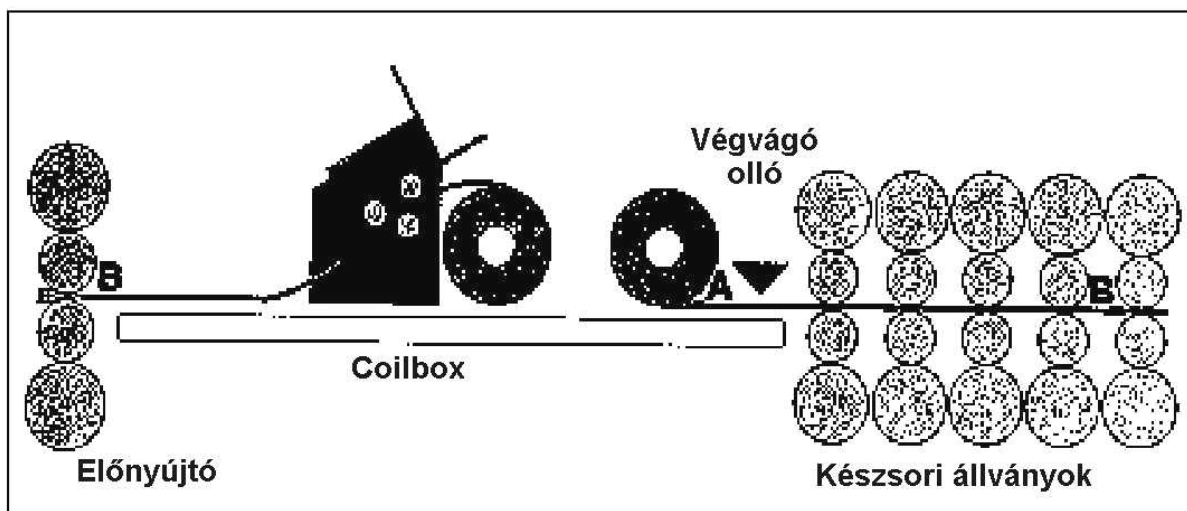
3.1.7.1 Coilbox

Ismertetés:

Az előnyújtóból kilépő előlemezt dob nélküli szerkezettel, megfelelően elhelyezett villamos hajtású behúzó/hajlító és bölcsőgörgők segítségével tekerccsé csévélik fel. A tekercs kialakítása után lecsévéelő állványba kerül, lecsévélődik és így kerül a készsorra. Amíg az előlemez tekercs lefejtés alatt van és a készsoron kihengerlik, addig a felcsévéelő berendezés fogadni tudja a következő előlemezt. Ily módon elkerülhető a szűk keresztmetszet a termelési folyamatban.

Ennek a berendezésnek az a nagy előnye, hogy a hőmérséklet eloszlása az előlemez teljes hossza mentén állandó marad, s így módon csökkennek a terhelések a készre hengerlés során. Másrészt viszont figyelembe kell venni a csévéelési műveletekhez szükséges pótlólagos energiát. Meglévő hengersorok korszerűsítésekor a gyártott termékek skálája is szélesíthető.

A sor további részén bekövetkező bármilyen szalagtorlódás esetén a felcsévéelt tekercs hosszabb ideig visszatartható, ami egyébként nem lenne lehetséges. Hosszabb időtartamú sori üzemzavarok esetén a felcsévéelt előlemezt ún. hővisszatartó kemencében lehet tárolni. Tehát mindkét megoldás javítja a kihozatalt.



A.4-11 ábra: A coilbox elrendezése

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent energia felhasználás.
- Kevesebb hengerlési erő szükséges (az anyagban lévő hőmérséklet magasabb és egyenletesebb eloszlású).

Alkalmazhatóság:

- Előnyújtó sorok kifutó görgősoránál.
- Új és meglévő lapos termékeket gyártó meleghengerművekben.

Üzemeltetési adatok:

Egyes esetekben a coilbox korlátozhatja az üzem maximális termelőképességét [Com HR].

3.1.7.2 Tekercs hőntartó kemence

Ismertetés:

A tekercs hőntartó kemencéket a coilbox kiegészítő részeként fejlesztették ki annak érdekében, hogy a hosszabb hengsori üzemzavarok idején a tekercseket meg tudják tartani a hengerlési hőmérsékleten és vissza tudják tenni hengerlésre a sorba, ami kihozatal növekedést eredményez. Segítségével a hőmérsékleti veszteségek minimális értéken tarthatók, és még két órás hengerlési megszakításokat is képes áthidalni.

Megfelelő hevítési és lehűlési hőmérséklet modellek útján határozzák meg a szükséges hevítési ciklust minden egyes tekercs számára, figyelembe véve a tekercs hőmérsékleti profilját a hevítés kezdetén. Ezt a profilt a hengsori számítógép adataiból határozzák meg az előnyújtó szűrés hőmérséklete, a csévelés előtt és után eltelt idő, valamint az előlemez mérete

és minősége alapján. A hőntartó kemence használatával megmentett tekercseket azután meleg szalaggá hengerlik ki – feltéve, hogy a hengerlés 2 órán belül megtörténik. Az ennél hosszabb ideig hőntartott tekercsekből már csak „nem kritikus felületi minőségű” termékek gyárthatók. (A kemence semleges gáz közeggel alakítható ki.)

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent energia felhasználás.

Alkalmazhatóság:

- Coilbox berendezésekhez társítva az előnyújtó állványoknál
- Új és meglévő, lapos termékeket gyártó meleghengerművekben

3.1.7.3 Hővédő pajzsok alkalmazása a bevezető görgősorokon**Ismertetés:**

Az előlemez hőtartalmának az előnyújtó és a készsor közötti továbbítás során bekövetkező veszteségének minimalizálása, valamint a fej- és lábvég hőmérsékleti különbségének a készsor bemenetén történő csökkentése érdekében a bevezető görgősorokat hővédő pajzsokkal lehet felszerelni. Ezek a görgősor lefedésére alkalmazott hőszigetelt fedelek. Olyan méreteknél, ahol a hengerelt termékek elérik a hengersor kapacitásának határát, ez a berendezés alacsonyabb hengerlési terhelést bír el.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent energia felhasználás.
- Csökkent hőmérsékleti veszteség.

Alkalmazhatóság:

- Az előnyújtó és a készsor közötti átadó görgősornál
- Új és meglévő, lapos termékeket gyártó meleghengerművekben

Üzemeltetési adatok:

A bevezető görgősoroknál alkalmazott hővédő pajzsok jelentős karbantartási költséggel járnak, mivel a feltorlódó előlemez könnyen tönkreteszi azokat [Com2 HR].

Az alkalmazás motiváló tényezője:

- javuló kihozatal.

A.4.1.7.4 Szalagszél hevítés**Ismertetés:**

A hidegebb szalagszéleknek a teljes szalag hőmérsékleti szinthez viszonyított növelése, valamint egyenletes hőmérsékleti profil biztosítása céljából a szalag szélessége mentén a bevezető (átadó) görgősorot kiegészítő, gáz fűtésű vagy indukciós hevítő berendezéssel látják el.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent energia felhasználás a készsoron.
- Csökkent mértékű munkahenger kopás (kevesebb köszörülési iszap).

Alkalmazhatóság:

- Az előnyújtó és a készsor között átadó görgősoron
- Új és meglévő, lapos termékeket gyártó meleghengerművekben

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- Energia felhasználás a szalag szélének hevítésére.

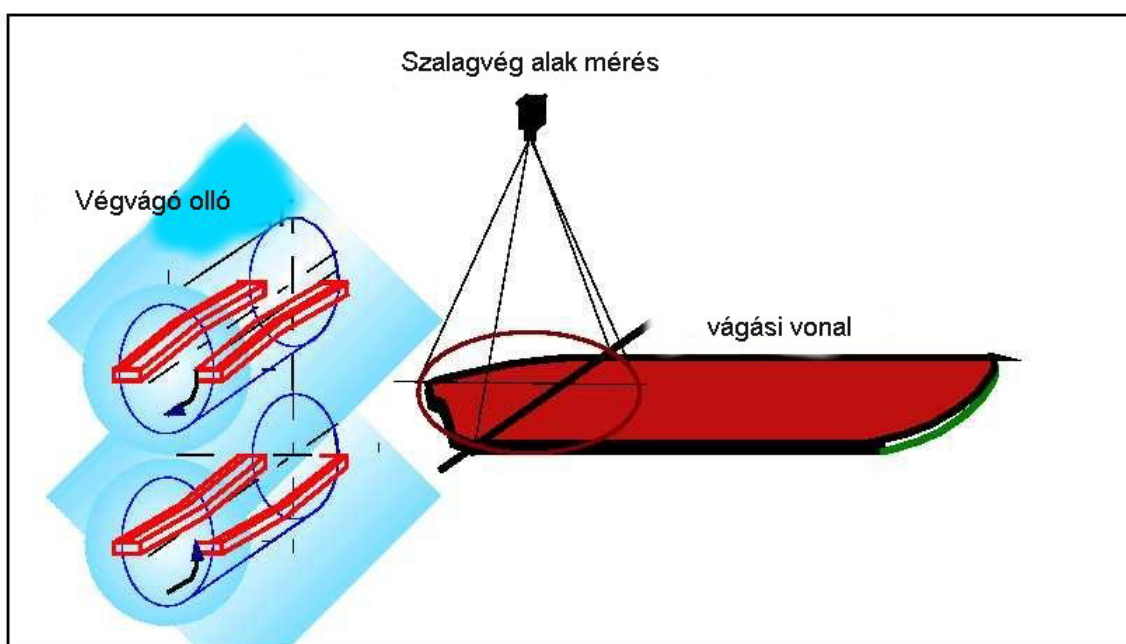
Az alkalmazás motiváló tényezője: - javuló kihozatal.

3.1.8 Hengerlés

3.1.8.1 Végvágás optimalizáló rendszer

Ismertetés:

CCD kamerák használatával, kiegészítve azt az előnyújtó sor után telepített szélességmérővel megállapítják a beérkező előlemez végeinek valóságos alakját. Az automatikus rendszer biztosítja, hogy az olló vágási művelete kifejezetten az előlemez még derékszögű részén kívül eső anyagnak a levágására korlátozódik.



A.4-12 ábra: Végvágás optimalizáló rendszer [EUROFER HR]

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Fej- és lábvég vágási hulladék csökkenés.

Alkalmazhatóság:

- A készsorok bemenetén
- Új és meglévő, lapos termékeket gyártó meleghengerművekben

Referencia: Sidmar

Az alkalmazás motiváló tényezője: - javuló kihozatal.

3.1.8.2 Munkahenger kenő rendszer

Ismertetés:

Fúvókák segítségével hengerolajat juttatnak a henger-résbe annak érdekében, hogy csökkentsék a súrlódást az anyag és a hengerek között, csökkentve ezáltal a hajtási energia szükségletet, a hengerlési erőket és javítsák a hengerelt anyag felületi minőségét.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent energia felhasználás a kisebb hengerlési terhelés folytán
- Csökkent hengerkopás (különösen a szalagszélek környezetében), ami egyúttal a munkahengerek élettartamát növeli, és csökkenti a keletkező köszörülési iszap mennyiségét

Alkalmazhatóság:

- Kézsori állványoknál
- Új és meglévő, lapos termékeket gyártó meleghengerművekben

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- A vízrendszert szennyezi az alkalmazott hengerolaj.

Referencia: - számos üzemben alkalmazzák.

Az alkalmazás motiváló tényezője: - Magasabb termelékenység és nagyobb pácolási ráfordítás.

3.1.8.3 Állványközi szalag hűtés

Ismertetés:

Annak érdekében, hogy a készsor működését gyorsítsák, de ugyanakkor mégis megmaradjon az állandó készsori kilépő hőmérséklet, állványközi szalag hűtést alkalmaznak vízfűvőkás kollektorokkal vagy vízfűgöny segítségével.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- A revés és oxidos füst képződése csökken.
- A következő állványokban csökken a munkahengerek kopásának mértéke és ezáltal a keletkező köszörülési iszap mennyisége is.

Alkalmazhatóság:

- A készsori állványok között
- Új és meglévő, lapos termékeket gyártó meleghengerművekben

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- Szennyvizet termel.

3.1.8.4 Állványközi szalag feszítés szabályozás

Ismertetés:

Rendszerint hurok-feszítőket alkalmaznak a szalag feszítésének szabályozására a készsori állványok között. Erre különböző megoldású (hidraulikus, alacsony inerciájú és feszítés mérővel ellátott) szerkezetek szolgálnak. Ezenkívül kifejlesztettek ún. hurok-feszítő nélküli megoldásokat is, de azok sikeres használata nagymértékben függ a technológiai paraméterek mérési pontosságától. A szalag feszítését kiszámító számítógépi modellek alkalmazásával kiegészített tökéletesebb hurok-feszítő rendszerek megfelelő elektronikával és szabályozó rendszerrel lehetővé teszik úgy a feszítés, mint a hurok magasság egymástól független szabályozását. Ez leginkább kiküszöböli a szalag elvékonyodását befűzés után és instabil üzemelés esetén.

A feszítés szabályozó rendszer jó működését kiegészítik a szalag szélességét szabályozó automatikus rendszerek, amikor a szalag elhagyja a készsort és/vagy közeledik a csévélfőhöz (visszacsatolással a készsor számítógépi folyamat modellezéséhez).

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökken a szélezési hulladék a befűzés utáni és instabil üzemelés esetén bekövetkező elvékonyodás kiküszöbölése folytán.

Alkalmazhatóság:

- Készsoroknál.

- Új és meglévő, lapos termékeket gyártó megleghengerművekben (a gyári automatizálási rendszer részeként).

Az alkalmazás motiváló tényezője: - javuló kihozatal.

3.1.8.5 Szalag profil és síkfekvés szabályozás

Ismertetés:

A melegen hengerelt szalag keresztmetszeti profilja és síkfekvése igen fontos a további feldolgozás szempontjából, és számos üzemi feltételtől függ, beleértve a szúrástervi gyakorlatot is.

A szalag profil és síkfekvés szabályozásának elvi jelentősége a hengerművekben az, hogy az előírt síkfekvési tűréshatárok túllépése nélkül meg tudják valósítani a szalag kívánt keresztmetszeti profilját. A megleghengerműi alkalmazás esetében a szalag profil és síkfekvés szabályozási rendszereket általában úgy alakítják ki, hogy azzal el tudják érni az alábbi fő célokat:

- Szalag lencsésesség szabályozás kb. 0 ... 75 μm közötti tartományban.
- Szalag lencsésességi tűréshatárok.
- Szalag síkfekvés kb. 10 I-egység (I-egység: $\Delta L/L = 10^{-5}$ m).
- A szél elvékonyodás csökkentése.

A szalag megfelelő síkfekvésének fenntartására a meleg szalag soroknál csak bizonyos maximális változtatások állnak rendelkezésre a szalag lencsésége és vastagsága közötti aránynál, ami egy hengerlési szúrással lehetséges anélkül, hogy olyan nem kívánatos zavarások lépjenek fel a szalag síkfekvésében, amit „flatness deadband” néven ismerünk. A megfelelő szalag profil és síkfekvés objektív kiválasztására különböző eszközök állnak rendelkezésre:

- Munka- és támhenger hajlító rendszerek.
- Rugalmasan szabályozható testrészü domborított hengerek.
- Rugalmasan szabályozható végzónás domborított hengerek.
- Keresztben elhelyezett hengerek alkalmazása.
- Tengely irányú eltoló rendszerek nem szabályos henger alakú palástartalakkal kialakított hengerekkel.
- Hengeres palást vonalú hengerek tengely irányú eltolása.
- Automatikus vastagság szabályozás.

A meleg szalag hengersoroknál mindegyik állványt rendszerint felszerelik hengerhajlító rendszerrel, amely működhet áthajlítással vagy kidomborítással, vagy mindkét módszerrel. Amennyiben ez nem lenne elegendő a megfelelő lencsésességi követelmények kielégítésére, úgy az állványokat felszerelhetik még olyan járulékos beavatkozó szervekkel, mint a CVC és UPS hengerek, egymást keresztező tengelyű rendszerek és egyebek. Ilyenkor a hengersori alapérték-beállítást számítógépi modell segítségével számítják ki, néha ideghálózatokkal kiegészítve az előírt profil és síkfekvés biztosító eszközök beállításához – figyelembe véve a

hengertest hő-domborodását is ahhoz, hogy a szalag kívánt lencsésége és síkfekvése létrejöjjön.

A hengerállványok után profilmérő berendezéseket (szenzorokat) szerelnek fel a ténylegesen létrejött lencsésesség ellenőrzése céljából. A tényleges lencséséget azután összehasonlítják az előírttal, és a különbség jelét felhasználják a megfelelő változtatások végrehajtására, főleg a hengerhajlítási erőknél. A síkfekvés szabályozó körök közel állandó lencsésesség/vastagság arányt eredményeznek. A keresztmetszet alakját mérő eszközöket vagy a készsor végén, vagy két hengerállvány között szerelik fel a tényleges síkfekvés figyelése céljából. A megállapított síkfekvési hibát azután itt a hengerhajlítási erők megfelelő módosítására használják fel.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Selejt csökkenés.

Alkalmazhatóság:

- Készsoroknál és durvalemez soroknál.
- Új és meglévő, lapos termékeket gyártó meleghengerművekben (a gyári automatizálási rendszer részeként).

Az alkalmazás motiváló tényezője: - javuló kihozatal.

3.1.8.6 Munkahenger hűtés

Ismertetés:

A hengerállványokban a munkahengerek hűtésére a különböző vízfecskendezőkkel ellátott kollektorok és vízfüggöny elosztó csövek konfigurációjának széles skáláját alkalmazzák. Ez fontos a hengerek sérüléseinek és repedéseinek kiküszöbölése szempontjából (ami egyúttal kevesebb köszörülési felújítást és hulladékképződést jelent), s ugyanakkor csökkenti a reveképződést is.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent reveképződés.
- Csökkent mértékű hengerkopás és kevesebb köszörülési iszap keletkezik.

Alkalmazhatóság:

- Előnyújtó és készsoroknál, valamint durvalemez hengersoroknál.
- Új és meglévő, lapos termékeket gyártó meleghengerművekben.

3.1.8.7 Készori automatizálás – Technológiai és alapszintű automatizálás

Ismertetés:

Jó minőségű anyagok csak folyamat szabályozó számítógépek alkalmazásával állíthatók elő, megfelelő szabályozó körökkel (alapszintű automatizálás – I. szint) a gyártástervezésnél, a tolókemence és az előnyújtó állványok szabályozásánál. Rövid hengerlési szünetek esetén az

alkalmazott rugalmas szoftver modellek lehetővé teszik a szűréstervi változtatásokat egészen a legutolsó pillanatig (mielőtt az első állvány bekapná az anyagot).

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökken a selejt a rövid sori leállások miatt.

Alkalmazhatóság:

- Kézsoroknál.
- Új és meglévő, lapos termékeket gyártó meleghengerművekben.

Az alkalmazás motiváló tényezője: - javuló kihozatal.

3.1.8.8 Szállópor kibocsátás csökkentése/oxid eltávolító rendszer

Ismertetés:

A hengerlési műveletek során oxidrészecskék szabadulnak fel. A levegő által magával ragadott részecskék szállóporként szennyező kibocsátást képeznek, főleg a hengersorok kimeneti oldalán (ahol az állványok sebessége a legnagyobb). Ezek csökkentése vízpermetezéssel, vagy megszüntetése elszívó rendszerekkel (légelszívó búrák, porelszívó burkolatok vagy csőcsatornák) lehetséges.

Vízpermetezés

A vízpermetezés által megfogott oxidok végül is a görgősor alatti gyűjtőtartályba, onnan pedig tovább a vízkezelőbe kerülnek, ahol azokat ülepítő tartályok és szűrők segítségével távolítják el.

Elszívó rendszer

A másik megoldás elszívó rendszer felszerelése, amelynél porelszívó burákat építenek be az egyes hengerállványok között (főleg az utolsó 3 kézsori állvány után), melyek összegyűjtik a port és oxidokat. A felfogott oxid-por keverék azután az elszívó csöveken keresztül a sor hajtási oldalán távozik és pulzáló sugaras (száraz típusú, zsákos szűrő) vagy nedves típusú szűrőkbe kerül. A leválasztott port és oxidokat csigás szállító továbbítja a tárolóba, ahonnan visszakerül az integrált acélművekben a megfelelő újrafelhasználási pontra.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökken a szállópor kibocsátás.

Alkalmazhatóság:

- Kézsoroknál.
- Új és meglévő, lapos termékeket gyártó meleghengerművekben.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai:

- A vízpermetezés szennyvizet eredményez, és az oxidokat ki kell nyerni a szennyvízből.
- A száraz rendszerek ugyan energia felhasználással járnak – de azok, úm. a porelszívó zsákok szűrői, azzal az előnnyel járnak, hogy feleslegessé teszik a szennyvíz oxidmentesítését, s az összegyűjtött por azután belsőleg újrahasznosítható [Com2 HR].

Referencia üzemek:

Vízpermetezés – WSM Avilés, Aceralia;Sidmar, Hoogovens

Elszívó rendszer – Voest Alpine

Üzemeltetési adatok és gazdaságosság:

		Részecske kibocsátás [mg/m ³]	Kapacitás [Mt/a]	Költség EURO '000
a	Vízpermetezés			IC: 50
a	Elsz. bura és zsákos szűrő ¹	< 50	3	IC: 280

a: [CITEPA], a megadott szint a levegő ELT szintje.
IC: beruházási költség

A.4-14 táblázat: Az oxid eltávolító rendszerek alkalmazásával elért kibocsátási szintek és üzemeltetési adatok

Példa a vízpermetezésre:

A vízpermetező csöveket az utolsó készsori állványnál szerelték fel. A berendezés 6 fűvókát tartalmaz a felső részen, 8-at pedig az alsó részen mindegyik állványnál. A víz áramlási mennyisége 22 l/min, nyomása 8 bar. A vízpermetező rendszer teljes vízfogyasztása 35 m³/h. Ennek 1994. évi költségeként 50000 ECU költséget adtak meg.

Mintavétel helye Mintavétel időtartama: 3 h	Szállópor koncentráció	
	Permetezés nélkül	Permetezéssel
A készsor felett	6,02 mg/Nm ³	2,35 mg/Nm ³
A tető alatt	2,77 mg/Nm ³	0,63 mg/Nm ³

A.4-15 táblázat: A szállópor kibocsátás csökkentésének jellemző adatai vízpermetezéssel [Input-HR-1]

A mérő rendszer semmilyen szabványnak nem felel meg, mivel a kibocsátások többé-kevésbé diffúziós jellegűek. A mintavételi pontokat annak alapján jelölték ki, hogy milyen irányból jönnek az üzem légmozgása folytán, mivel jól meghatározható áramlási irány nem volt megállapítható.

Példa az elszívó rendszerre:

Ennek beruházási költségeként 1 M Euro összeget adtak meg (Voest) [Input-HR-1]. Egy másik forrás [EUROFER HR] szerint a beruházás költsége kb. 1,45 M ECU, az üzemeltetési költség pedig 0,15 M ECU/t (az iszap és por eltávolítás/elhelyezés kivételével) adtak meg a készsor elszívó rendszerére.

Az alkalmazás motiváló tényezője: - a vasoxid kibocsátás csökkenése [Input-HR-1].

3.1.8.9 A szénhidrogén szennyezés megakadályozása

Ismertetés:

Az olaj és kenőanyag veszteségek csökkentése megelőző intézkedésként alkalmazható az elfolyó technológiai vizek és a bennük lévő reve elszennyeződése ellen. A korszerű kialakítású csapágyak és csapágy-tömítések alkalmazása a munka- és támhenger csapágyazásoknál, valamint szivárgásjelző beépítése a kenő rendszerbe (nyomás figyelő készülék pl. a hidrosztatikus csapágyaknál) csökkentheti a reve és szennyvíz szénhidrogén (olaj) terhelését s egyúttal 50 ... 70 % mértékig csökkenti az olaj fogyasztást is [EUROFER HR].

A különböző fogyasztóknál (hidraulikus berendezéseknél) elfolyó szennyezett vizeket össze kell gyűjteni és szivattyúval közbenső tároló tartályba továbbítani. A szennyező olaj a vízből kiválasztva azután újra felhasználható redukáló szerként a nagyolvasztóban vagy pedig külső felhasználásra bocsátható. A szeparált víz további kezelést igényel a szennyvíztisztítóban vagy az elfolyó vizeket utókezelő üzemben útra szűrés vagy vákuumos elpárologtatás útján [Com2 HR].

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Az elfolyó víz és reve olajos (szénhidrogénes) elszennyeződésének megakadályozása.
- Csökkent mennyiségű olajos reve.

Alkalmazhatóság:

- Új üzemekben és a meglévő üzemekben nagyobb korszerűsítések esetén (régiben üzemekben kevésbé alkalmazható).

3.1.8.10 Lépcsős szabályozással ellátott hidraulikus csévézők

Ismertetés:

A hagyományos csévézőknél a dobznak legalább az első 3 fordulata alatt érintkezik a szalaggal és belenyomódik az alatta lévő menetekbe. A meleg szalagnak ezt a részét így azután el kell távolítani mielőtt további feldolgozásra kerül a hideghengerműben.

A lépcsős szabályozó rendszerrel ellátott hidraulikus működtetésű csévéelőknél a formázógörgő önműködően felemelkedik a szenzorok jelzésére, amikor a szalag fejrésze a szóban forgó görgő alatt áthalad.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- A végvágási selejt a további feldolgozás során csökken.

Alkalmazhatóság:

- Meleg szalag hengerek soroknál.
- Új és meglévő, lapos termékeket gyártó meleghengerművekben.

Az alkalmazás motiváló tényezője: - javuló kihozatal.

3.1.8.11 Szabályos alakra hengerlés / Lemez geometriai szabályozás

Ismertetés:

A hagyományos durvalemez hengerlés során, ahol igyekeznek megtartani az állandó vastagságot minden egyes hengerlési szúrás alatt, észrevehetően torzul, illetve eltér a lemez geometriai alakja a szabályos derékszögtől.

A szabályos alakra hengerlés alkalmazásával a hengerlés során kúpos vastagsági profilok vagy kutyacsont alakok fognak létrejönni. Megfelelő mérések (terhelés vagy alak) segítségével a kutyacsont vagy kúposág képződés mértékét kiszámítják, és ennek alapján korrekciós jelet küldenek a henger beállító rendszerhez. A lemez geometriai szabályozást főleg az automatikus vastagság szabályozó rendszer kiegészítéseként alkalmazzák. Magát a „szabályos alakra hengerlés vagy lemez geometriai szabályozás” fogalmat az utóbbi években kifejlesztett különböző eljárásokra alkalmazzák. Ezek mindegyike ugyanazon az elven alapul, vagyis hogy különböző vastagságban hengerlik a durvalemezt a közbenső szúrások során, ami végül is a kihengerelt lemeznél közel szabályos derékszögű alakot eredményez, s egyúttal csökkenti a szélezési selejtet.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Selejt csökkenés.

Alkalmazhatóság:

- Durvalemez soroknál.
- Új üzemeknél és bizonyos korlátozásokkal meglévő üzemben is.

Az alkalmazás motiváló tényezője: - javuló kihozatal.

3.1.8.12 Sorban alkalmazott hőkezelés (gyorsított hűtés)

Ismertetés:

Ezt az adott hengersori állvány után telepített különféle kialakítású (pl. vízfüggönyös, vízpárnás, stb.) hűtő berendezéssel valósítják meg. A lemez hőmérsékletének figyelembevétele mellett a hűtővíz mennyiségének szabályozása útján a technológiai folyamatba beiktatva olyan kezeléseket lehet alkalmazni, mint a normalizálás vagy edzés.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent energia felhasználás és kibocsátások a későbbi hőkezelő kemencéknél.

Alkalmazhatóság:

- Durvalemez soroknál.
- Új üzemeknél és korlátozásokkal meglévő üzemekben is.

3.1.8.13 Termomechanikus hengerlési eljárás

Ismertetés:

A „termomechanikus hengerlési eljárás” alkalmazásakor a melegen hengerelt durvalemezek vagy idomacélok mechanikai szilárdsági jellemzőit befolyásolják oly módon, hogy ezzel kiküszöböljék a további hőkezelést. Az újrahevítő kemencéből jövő lapos vagy négyszög bugákat, illetve gerenda előgyártmányokat először is közbenső vastagságra hengerlik, majd megfelelő ideig pihentetik (mialatt vízsugaras hűtés alkalmazható) amíg a kívánt hőmérsékletre lehűl, s azután készre hengerlik. A termomechanikus hengerlés olyan technológiai paraméterek elérését teszi lehetővé, amit rendszerint a kisebb szemcseméretnek tulajdonítanak, hogy végül is kevesebb ötvöző adagolás és kisebb mértékű pótlólagos hőkezelés, ún. normalizálás válik szükségessé.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent energia felhasználás.
- Csökkent kibocsátások a hőkezelési folyamatból.

Alkalmazhatóság:

- Durvalemez és szelvénygyártó hengersoroknál
- Új és meglévő üzemeknél feltéve, hogy elegendő hengerlési teljesítmény áll rendelkezésre [Com HR]

3.1.9 Hűtő sorok

3.1.9.1 Optimalizált vízszivattyúk a lamináris áramláshoz

Ismertetés:

➔ Nem kaptunk róla sem leírást, sem műszaki tájékoztatást.

3.1.10 További lemez gyártás

3.1.10.1 Egyengetőnél keletkező por eltávolítása

Ismertetés:

Az egyengető görgők működése, vagyis a lemez hajlítgatása során a reve összetöredezik a lemez felületén, és szállóport képez. Az egyengető körül a levegőben lebegő részecskék elszívására porelszívó búrák alkalmazhatók, ahonnan azután a szennyezett levegő a légcsatornákon keresztül porleválasztóba jut, amely rendszerint zsákos szűrőkkel van ellátva [Com HR].

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent szállópor kibocsátás.

Alkalmazhatóság:

- Daraboló és átcsevélő berendezéseknél.
- Új telepítésű üzemekben, a lapos termékek utólagos kikészítése céljából.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Hulladék képződés.
- A leválasztott por visszavihető az acélgyártási folyamatba.
- Növekvő energia felhasználás [Com2 HR]

3.1.11 Henger előkészítő üzem

3.1.11.1 A henger előkészítés jó üzemeltetési gyakorlata

Ismertetés:

Oldószerek használata

- Amennyire az az előírt tisztasági fok szempontjából műszakilag elfogadható, vizes alapú zsírtalanító szereket kell alkalmazni.
- Ha szerves oldószereket alkalmaznak, akkor is lehetőleg a nem klórozott oldószereket részesítsék előnyben.

Hulladékok

- A tengelycsonkokról eltávolított zsírt gyűjtsék össze és megfelelő módon (pl. elégetéssel) semmisítsék meg.
- A köszörülési iszapból a fémrészeket mágneses kiválasztó berendezéssel különítsék el, melyek azután újra felhasználásra kerülnek az acélgyártási folyamatban.
- A köszörült kövek ásványi maradványait az erre kijelölt helyen deponálják.
- A forgácsolási hulladékok visszakerülnek az acélgyártási folyamatba.
- Az elhasznált köszörűköveket a kijelölt helyen deponálják.
- A további felújításra már alkalmatlan elkopott hengereket ugyancsak vissza lehet vinni az acélgyártási folyamatba, vagy pedig visszaadni a gyártó cégnek.
- A hűtő folyadékok és vágó szerszám emulziók kezelése során az olajat kiválasztják a vízből. Az olajos jellegű maradványokat azután megfelelő módszerrel (pl. elégetés útján) megsemmisítik.
- A hűtés és zsírtalanítás, valamint az emulzió szeparálás során keletkező szennyvizet a meleghengermű víztisztítójában regenerálják.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- A környezetre gyakorolt káros hatások átfogó mértékben csökkennek.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő henger előkészítő üzemekben.

3.1.12 Vízelvezetés**3.1.12.1 A vízfogyasztás és kibocsátás csökkentése****Ismertetés:**

Ez abból áll, hogy félig vagy teljesen zárt áramlási rendszerű vízhálózatot hoznak létre lehetőleg minél kisebb mértékű elhasznált víz elengedéssel. További részleteket ld. az A.2.1.15 fejezetben.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökken a szennyvíz és a szennyező anyag kibocsátás mértéke.

Alkalmazhatóság:

- Egyes esetekben helyhiány miatt nem lehetséges a meglévő „sok vizet fogyasztó” hengerművek átalakítása félig vagy teljesen zárt rendszerű vízgazdálkodásra, hogy gazdaságosság szempontjából még ésszerű beruházási költségek mellett megvalósítsák a minden szükséges berendezéssel felszerelt szennyvízkezelő üzemet.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Nagyobb energia és vegyi anyag felhasználás
- Hulladék (iszap) képződés

Referencia üzemek – zárt:

Stahlwerke Bremen,...

Üzemeltetési adatok

Az A.4-16 táblázatban láthatók a félig zárt és zárt vízrendszerű üzemek kibocsátási szintjei. Összehasonlítás céljából megadtuk az egyik nyitott rendszerű üzem szintértékeit is.

Paraméter	Nyitott körű	Félig zártkörű	Zártkörű
Szuszpendált szilárd anyag (SS)	≤ 40 mg/l	≤ 40 mg/l	≤ 40 mg/l
Fajlagos SS kibocsátás	kb. 800 g/t	kb. 480 g/t	0 – 40 g/t
Vízfogyasztás	100 %	kb. 60 % ¹	kb. 5 % ¹
COD (O ₂)	≤ 40 mg/l	≤ 40 mg/l	≤ 40 mg/l
COD fajlagos kibocsátása	kb. 800 g/t	kb. 480 g/t	kb. 38 g/t
Szénhidrogének (HC) (ásványi olajra von.)	≤ 5 mg/l	≤ 5 mg/l	≤ 5 mg/l
HC fajlagos kibocsátása	kb. 100 g/t	kb. 60 g/t	kb. 5 g/t

Megjegyzés: Forráshely [EUROFER HR]. Viszonyításul kb. 3,0 mt termelést vettünk alapul. A szennyvíz kezelés az alábbi fejezetekben ismertetett egyedi megoldások kombinációjából áll (részletes adat nem áll rendelkezésre).

¹ Nyitott körű vízrendszerrel összehasonlítva, a vízfogyasztás abszolút értékei az adott üzem sajátos körülményeitől függenek.

A.4-16 táblázat: A különböző vízkezelő rendszerek alkalmazásával elért jellemző elfolyó víz szennyezettségi adatok

Gazdaságosság

Technol. folyamat	Beruházási költségek	Üzemeltetési költségek	Víz mennyiség / fogyasztás
Nyitott körű vízkezelő üzem	9,4 – 14,4 mECU	0,5 – 0,65 ECU/t	4000 m ³ /h
Félig zárt vízkezelő üzem	13,0 – 14,5 mECU	0,6 – 1,15 ECU/t	2500 m ³ /h
Zártkörű vízkezelő üzem			m ³ /h
• hűtőtoronnyal	25,0 ... 40 mECU	1,46 ECU/t	pótlólagos vízfogyasztás (hűtőtorony) és/vagy nagy mennyiségű hűtővíz a hőcserélők számára
• hőcserélővel	43,2 mECU	1,6 – 1,75 ECU/t	

Megjegyzés: Forráshely [HR]. Viszonyításul kb. 3,0 mt/év melegen hengerelt acéltermelést vettünk alapul. A beruházási költségek nem tartalmazzák az építési költségeket és a műhelyeket, de a szükséges infrastruktúrát igen. Az üzemeltetési költségek csak jellemző adatok; az iszap és a por elhelyezését nem vettük figyelembe.

A.4-17 táblázat: Különböző vízkezelő üzemek becsült költségei

3.1.12.2 Reve- és olajtartalmú technológiai szennyvizek kezelése

Ismertetés:

A meleghengerműből (és gyakran a FAM üzemből) származó reve- és olajtartalmú szennyvizek tisztítása egy sor lépcsőben történik – pl. reveyűjtő aknák, ülepitő tartályok, ciklonok, szűrők, stb. – melyek elég bonyolult szennyvíz kezelő rendszereket alkotnak.

Ezekben a legelső lépcső rendszerint a revegyűjtő akna, ahol a durva reve leülepszik. Ezt követi néhány másodlagos vagy finom tisztítási lépcső, amely az olaj és a maradék reve leválasztását célozza.

Az egyes kezelési fokozatok részletes leírását ld. a D.9.1 fejezetben.

Mivel az egyes kezelési lépcsők kombinációjára számos lehetőség van, ezért a reve- és olajtartalmú technológiai szennyvizek kezelését, valamint az elérhető kibocsátási szinteket inkább a meleghengerművekben alkalmazott üzemi szennyvíz kezelő rendszerek példáin mutatjuk be.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent vízszennyező kibocsátás, különösen a szuszpendált sótartalom, olaj és zsír szennyeződés, stb. tekintetében.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemeknél.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Olaj és iszap keletkezik hulladék termékként a szennyvíz kezelés során [Com D].

Referencia üzemek:

Stahlwerke Bremen (D), SSAB (S), BSW (D).

Üzemeltetési adatok:**„A” példa: SSAB**

Itt a keletkező reve- és olajszennyeződés legnagyobb részét két revegyűjtő medencében fogják fel a hengermű mellett. A szennyvíz kezelő üzemnek három medencéje van a reve gravimetrikus leválasztására, valamint az olaj és a zsír felületi szeparálására. A végső tisztítás azután 10 homoktöltésű szűrőágyban történik. Az utóbbi évek során a víz körforgási rendszert fokozatosan bővítették, hogy minél kevesebb elhasznált vizet kelljen visszaengedni a folyóba – egészen 200 m³/h alatti értékig tudtak lemenni a korábbi 3500 m³/h-ról, ami > 95 % recirkulációs aránynak felel meg. Ezen kívül különböző intézkedésekkel korlátozzák a szennyező anyagok, pl. zsír, kenőanyagok és hidraulika folyadék elfolyásait is a gépi berendezéseknél. Tömlőket cseréltek ki, jobb megoldású csatlakozókat alkalmaznak és rendszeresen ellenőrzik is az érintett pontokat [SSAB].

Így az elért kibocsátási értékek: olaj 0,4 mg/l (0,7 t/év), a szuszpendált szilárd anyag 3,8 mg/l (6 t/év) – referencia év 1994., havi átlag érték nincs [SSAB].

„B” példa: Stahlwerke Bremen

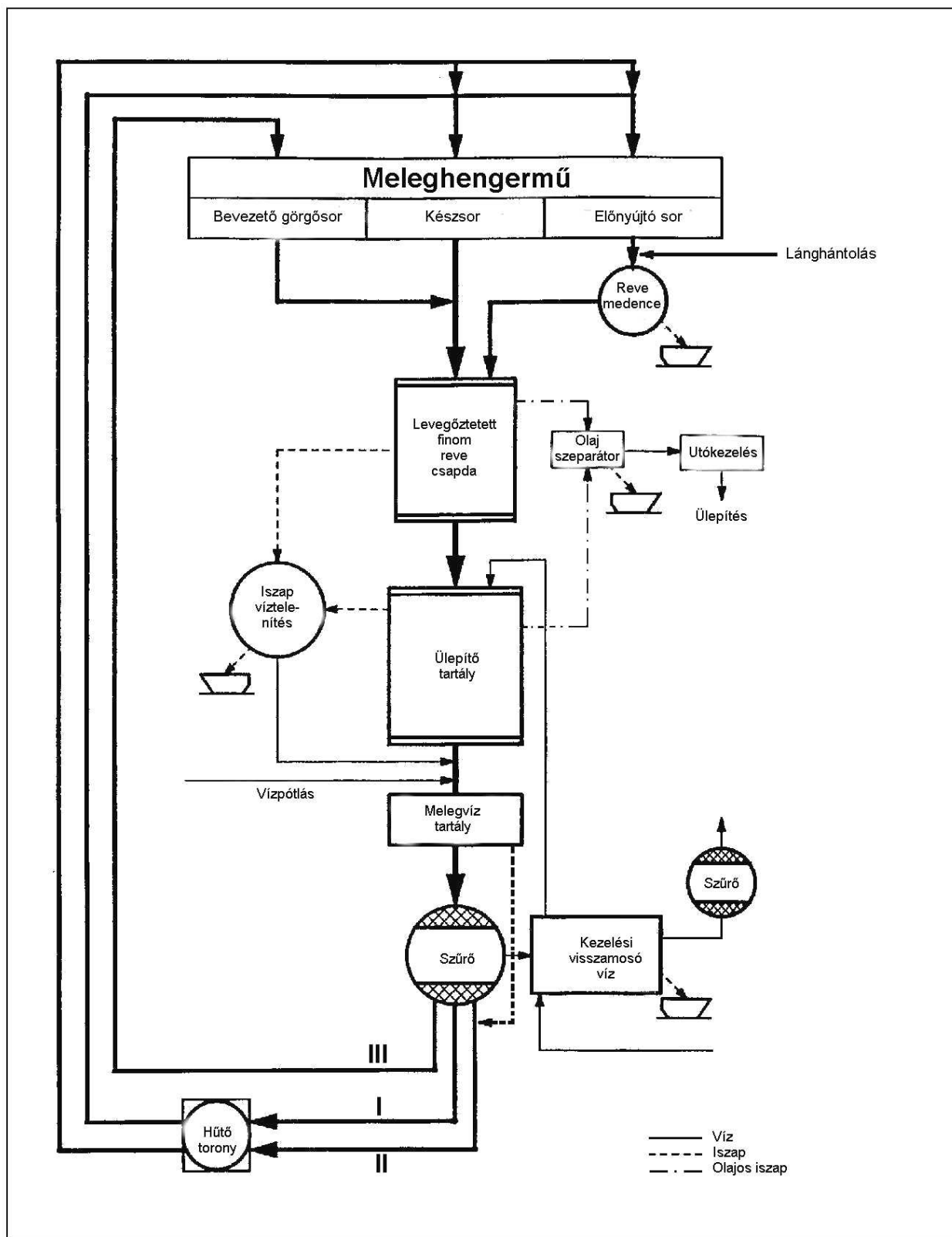
Az A.4-13 ábrán mutatjuk be a Brémai Acélművek vízkezelő üzemének körforgási rendszerét. Az itt kezelt víz átlagos mennyisége 18.000 m³/h; melyből kb. 3.500 m³/h az előnyújtó és kb.

14.500 m³/h pedig a készsoré, beleértve a bevezető görgősort, a csévélt és a párolgási veszteséget is. A durva reve kiválasztása az előnyújtói technológiai szennyvízből még a kezelés előtt történik a revegyűjtő medencében a további kezelés pedig a készsortól jövő szennyvízzel együtt zajlik le az ülepítő tartályok után elhelyezett, levegőztetett finom reve csapdában. A víz visszavezetése és különböző minőségekre bontása előtt még homokszűrős tisztításon halad keresztül. Ez három csoport nyomószűrőből áll; melyek teljes termelési kapacitással üzemelnek, szűrési sebességük 21 m³/h. A szilárd anyagok, a vas és szénhidrogén tartalom koncentráció csökkenése az A.4-18 táblázatban látható [Dammann], [UBA-Klöckner-82].

Anyag	Revegyűjtő medencék, levegőztetett finom reve csapda, ülepítő tartály	Homok/kavics szűrő		
	Kimenet	Bemenet ¹	Kimenet	Csökkenés
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[%]
Szuszpendált szilárd a.	40 – 70	36	3,5 ~ 3,8	90
Vas	10 – 20	7,7	0,85	90
Szénhidrogének	1 – 2	1,7	0,5 ~ 0,6	65

Megjegyzés: Forráshely [UBA-Klöckner-82]
¹ Átlagos bemeneti koncentráció

A.4-18 táblázat: A vízkörforgási rendszer szennyező a. koncentrációja



I. kör: 4600 m³/h a gépi hűtésre (legjobb minőség, olaj < 10 mg/l)

II. kör: 7400 m³/h az előnyújtó és a kézsor számára (közepes minőség, olaj ~ 15 mg/l)

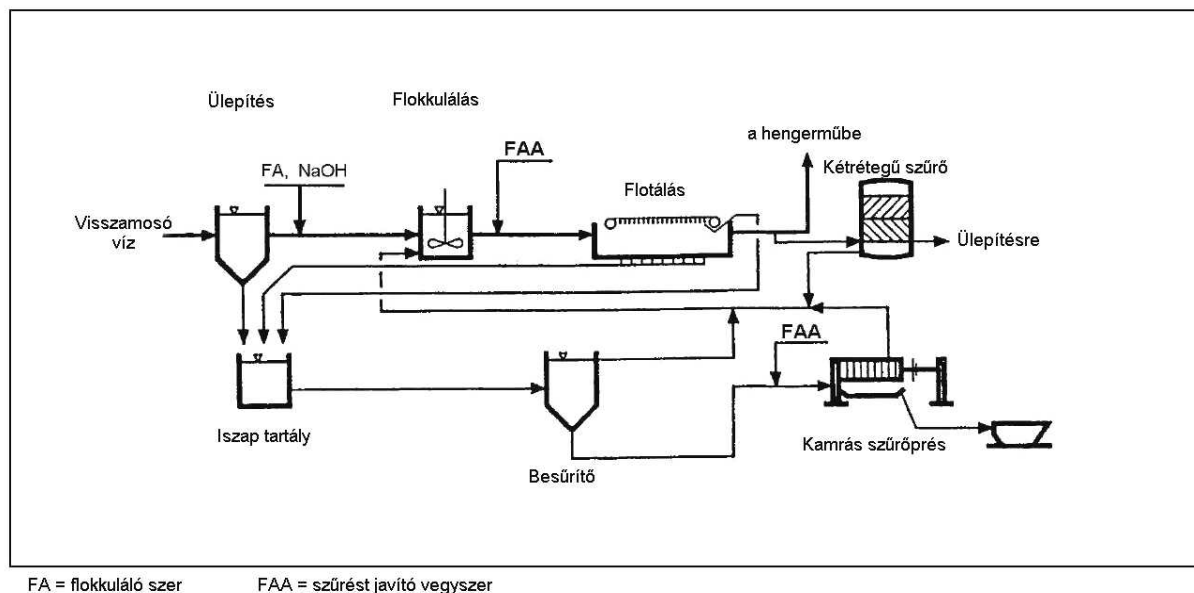
III. kör: 6000 m³/h a bevezető görögösor számára (legalacsonyabb minőség, olaj < 20 mg/l)

A.4-13 ábra: Példa a meleghengermű vízkörforgási rendszerére [UBA-CS-8007]

A párolgási és ülepítési vízveszteség pótlására az LD konverter üzemből jövő – vagy üzem állás idején a folyóból vett durva szűrűsű vizet – adnak be a rendszerbe. Az ülepítésre menő vizet – amelyet a sótartalom felgyülemelésének kiküszöbölése céljából el kell vezetni a rendszerből – minimális értékre csökkentik oly módon, hogy újra felhasználják visszamosásra a homokszűrőknél és részlegesen a salakfeldolgozásnál is [Dammann], [UBA-Klöckner-82].

A szűrői visszamosásból kb. 750 m³/h víz keletkezik, amit az A.4-14 ábrán látható módon kezelnek. A sótartalom kb. 92 %-a leülepszik az ülepítési lépcsőben; a még megmaradó szuszpendált szilárd anyag (kb. 50 mg/l) és a szénhidrogének (átlagban 1,5 mg/l) kezelése pedig flokkulálás és flotáció útján történik. A vizet ezután visszavezetik a vízkörforgási rendszerbe. A víz részleges mennyiségét, amit mégis el kell engedni, azt kétrétegű szűrőkben kezelik. A szuszpendált szilárd anyagok és a szénhidrogének koncentrációja jóval alatta marad a hatóságok által megengedett (10 mg/l SS és 1 mg/l HC) értéknek. Az elért kibocsátási szintek az A.4-19 táblázatban láthatók.

A vízkörforgási rendszer fenntartása érdekében biocid, korróziógátló és diszpergáló szereket adagolnak. Szükség esetén (pl. naponta egyszeri adagban) klórozást is alkalmaznak.



A.4-14 ábra: A visszamosó víz kezelése [UBA-CS-8007]

Anyag	Koncentráció mg/l-ben	Mintavétel típusa	Mérések 1998-ban Operátor/Ellenőrző hatóság
Vas	0,13	Minősített véletlenszerű minta	12/6
Olaj	< 0,1	Minősített véletlenszerű minta	12/6
Szuszpendált szilárd anyagok	< 3	Minősített véletlenszerű minta	12/6
Cr	< 0,01	Minősített véletlenszerű minta	12/6
Ni	0,02	Minősített véletlenszerű minta	12/6
Zn	0,03	Minősített véletlenszerű minta	12/6

Megjegyzés: Forráshely Senator für Bau und Umwelt Bremen. Üzem: Stahlwerke Bremen.
Az 1998. évi minősített minták középértéke. Szennyvíz mennyiség: 1.620.404 m³.

A.4-19 táblázat: A visszamosó víz kezelése utáni elfolyó víz koncentráció értékei [Com2 D]

3.1.12.3 Hűtővíz kezelés

Ismertetés:

A hűtővíz rendszer zártkörű üzemeltetése céljából a vizet vissza kell hűteni és kezelni. A hűtés vagy elpárologtatással történik hűtőtornyokban, vagy pedig hőcserélőkben. A nyomás alatti hűtéses, ellenáramú hűtőtornyokban a hűtővizet rácsokra bocsátják a torony celláiban, amely ezután a blokkokon áramolva lejut a torony tálcáiba. Az oldal irányban, vagy felül elhelyezett ventilátorok levegőt szívnak be a környezetből és azt a vízzel szemben áramoltatják. Ennek során a víz lehűlését a párolgás hozza létre. A hűtés hatékonyságát a befúvatott levegő mennyiségével szabályozzák. A sótanítást a víz villamos vezető képességének mérése útján ellenőrzik. Ha szükséges, akkor kellő mennyiségű diszpergáló szert, nátrium-hipokloridot és biocid szereket (a gombák és baktériumok elszaporodása ellen adagolnak, valamint savat vagy lúgot (a pH-érték beállítására).

A lemezes hőcserélők az átáramló csatornákkal együtt kötegekben vannak összezsavarozva. A lemezekbe felváltva vezetnek meleg szennyvizet és hideg hűtővizet ezeken a csatornákon keresztül. A hő a lemezek falán keresztül adódik át a másik közegnek.

A hibrid hűtőtornyoknál lemezes hőcserélők építenek be a torony felső részébe. Az alsó részen pedig a víz ismét csak párolgás útján hűl le. A hőcserélők segítségével a 100 % nedvesség tartalmú levegő felmelegszik és nem sokkal később köd formájában kondenzálódik, alacsonyabb intenzitással.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökken a vízfogyasztás, mivel a vizet a technológiai folyamatokban újra felhasználják.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Diszpergáló és biocid szerek adagolása [Com HR].
- Nagyobb az energia felhasználás a víz visszavezetéséhez szükséges keringtető szivattyúk fogyasztása folytán [Com2 HR].

A hűtőtornyok alkalmazásával kialakított körforgó rendszerű vízkezelő üzemek tervezése során figyelembe kell venni az adott üzem földrajzi elhelyezkedését is. A visszahűtési folyamat során lezajló vízpárolgás miatt az éghajlati körülményekre is hatást gyakorol az alkalmazott eljárás az állandó ködképződés és az ún. ipari hó kicsapódás folytán, különösen Közép-Európában.

Üzemeltetési adatok: - ld. az A.4-16 táblázatban [Com2 HR]

3.1.13 A hulladék/melléktermékek kezelése és újrahasznosítása

3.1.13.1 A száraz vagy víztelenített oxidok belső visszavezetése

Ismertetés:

A száraz vagy víztelenített – többnyire durva frakcióból álló oxidokat a köszörülési vagy lánghántolási hulladék szemcsékkel együtt szelektív módon ki lehet választani mágneses és mechanikai eszközökkel (szitákkal). Ily módon az oxidok egy része közvetlenül újra felhasználható az ércműködőben, a nagyolvasztóban vagy az acélműben.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökken a hulladék mennyisége.
- Javul a vastartalom kihasználása.

Alkalmazhatóság

- Egyes újrahasznosítási módokatknál a hulladék előkezelésére van szükség, pl. brikettálás [Com D].

3.1.13.2 Az olajos hengsori reve újrahasznosítási eljárásai

Ismertetés:

Az olajos hengsori reve közvetlen felhasználását a vaskohászati technológiai eljárásoknál az olajtartalom némiképpen korlátozza. A 0,5 ... 5 mm közötti szemcseméretű durva reve 1 % alatti olajtartalom mellett még visszavihető az ércműködő szalagra bármiféle előkezelés nélkül. A magasabb (> 3 %-nál) olajtartalom viszont már megnöveli a VOC kibocsátás volumenét és esetlegesen a dioxinokat is, ezen kívül gondokat okozhat a hulladékgáz tisztító rendszerekben is (pl. izzó tüzek az elektrosztatikus porleválasztókban). Emiatt azután a visszamaradó és hulladék anyagokat újrahasznosítás előtt előkezelésre kell bocsátani. A finom szemcsézetű reveiszap főleg igen apró (< 0,1 mm) méretű reveszemcsékből áll. Mivel azonban a finom szemcsék igen nagy mértékben (5 ... 20 %) abszorbeálják a felületükön az olajat, ezért ezt a revét rendszerint nem lehet visszavezetni az ércműködő szalagra előkezelés nélkül. Az iszap magas olajtartalma a tökéletlen égéssel együtt olyan olajgőzök képződéséhez vezethet, melyek azután tüzet okoznak a későbbi hulladékgáz kezelő rendszerekben [Com A].

Példák az olajos hengsori reve kezelésére:**Brikettálás és konverterbe töltés**

A revetartalmú iszapot kötőanyag hozzáadásával brikettálják. Az ily módon előállított anyagnak megvan a kellő konzisztenciája ahhoz, hogy a konverterbe adagolják. A brikettek hűtő hatása elegendő a konverteres adagoláshoz. A brikettek termikus semlegesítése céljából antracitot is lehet hozzákeverni.

CARBOFER

Ennél az olajos hengersori reveiszapot mésszel és szénporral keverik össze, esetleg vas- vagy karbontartalmú füstgázból leválasztott porral keverve, hogy olyan száraz keveréket kapjanak, amely megfelelő a pneumatikus injektáláshoz a vas- és acélgyártási eljárás reaktorába, úm. a nagyolvasztó vagy a villamos ívfényes kemence. Ennél az eljárásnál az injektált anyagok teljes mértékű visszanyerése várható [Com HR].

Mosás (PREUSSAG olaj eltávolítási módszere)

Ennél az eljárásnál keverőgépbe töltik az előre kondicionált iszapot (reve-olaj-víz keverékét) mosóvíz reagensek hozzáadása mellett. Az így előállított szuszpenzió víztelenítése után a szilárd anyagokat, a vizet és az olajat különválasztják. Az eljárás olajmentes ($\leq 0,2 \%$) vastartalmú anyagot eredményez.

Flotálás (THYSSEN olaj eltávolítási módszere)

Itt a revetartalmú iszapot reagensekkel kondicionálják és 3 lépcsős flotációs eljárás útján olajmentesítik. Az eredmény Fe-termék, olajos termék és a kettő keveréke.

Forgó (olajkiégető) csőkemence

Itt az olajat és vizet tartalmazó revét kb. $450 \dots 470 \text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten víztelenítik és mentesítik az olajtól. A kemence fűtése lehet közvetlen vagy közvetett. Az eredmény olajmentes vastartalmú termék ($\sim 0,1 \%$) plusz kibocsátott gázok a levegőbe, pótlólagos energia felhasználás mellett.

Kétrétegű érc-tömörítési technológia

Az eljárás lépései:

- A betétanyag előosztályozása (sori reve, gáztisztítói por, stb.)
- A betét előkeverése a bunkerben, majd intenzív keverési folyamat
- A hulladék keverék beadagolása – kb. 10 m-rel a tüzelés mögött – a már tömörített primer betétre, ami másodlagos égést eredményez.

Közvetlen felhasználás a nagyolvasztóban (VOEST-ALPINE STAHL módszere)

Itt a revét a nagyolvasztó alsó részébe juttatják be iszap elégető lándzsa segítségével. Ez a szénhidrogének energiájának igen hatékony hasznosítási, valamint a vasoxidok (reve) újrahasznosítási megoldása – külön kemence igénye és ezáltal külön környezeti szennyeződés képződése nélkül – de ez csak abban az esetben lehetséges, ha a nagyolvasztó rendelkezik iszap vagy hulladék olaj elégető lándzsával. Fontos, hogy az iszapot a nagyolvasztó kemence alsó részén juttassák be, nem pedig a felső zónában, hogy a szénhidrogének rendesen el is égjenek, ne csak elpárologjanak. Különös gondot kell fordítani a kibocsátások szabályozására, hogy valóban az összes szénhidrogén elégjen, és hogy ezeknek a hulladékoknak az együttes elégetése a nagyolvasztóban ne eredményezzen egyúttal magasabb kibocsátási értékeket is.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökken a hulladékok mennyisége
- A vastartalom újrahasznosítása nyersanyagot pótol

Alkalmazhatóság

- Új és meglévő üzemeknél

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Az olaj eltávolítási módszerek mosó vagy flokkuláló szerek alkalmazását teszik szükségessé, és olajjal vagy flotációs vegyszermaradékokkal szennyezett vizet eredményeznek.
- A termikus kezelés gázok kibocsátásával jár a levegőbe, és pótlólagos energia felhasználást igényel.

3.2 HIDEGHENGERMŰ

3.2.1 A nyers- és segédanyagok tárolása és kezelése

3.2.2 Pácolás

3.2.2.1 A szennyvíz mennyiségének és szennyezési terhelésének csökkentése

Ismertetés:

A szennyvíz mennyiségének és szennyezési terhelésének csökkentésére alkalmazott általános eljárások a következők:

- A vasoxidok képződése a meleghengerlés és az acél kezelése (pl. nagy nyomású revétlenítés, gyorshűtés, rövid tárolási idő, korróziómentes tárolás és szállítás) során. A pácolási folyamat sav felhasználása az acél felületéről eltávolított oxidok mennyiségével egyenesen arányos. Bár az oxid képződés csökkentésének lehetősége korlátozott, azért a hűtési sebesség bizonyos mértékig módosíthatja a keletkező reve szerkezetét. Ez viszont már befolyásolhatja a pácolási sebességet, és ily módon csökkentheti az eljárás energia felhasználását. A melegen hengerelt szalag gyors lehűtését ugyanakkor minőségi megfontolások korlátozhatják.
- A nedves pácolási eljárások részleges vagy teljes helyettesítése vízmentes mechanikai kezeléssel (úm. mechanikai revétlenítés). A rozsdamentes acéloknál a mechanikai revétlenítés a technológiai folyamatnak csak egy részében alkalmazható, s így csak részleges helyettesítése oldható meg [Com2 CR]. Azonban itt el kell ismerni, hogy a mechanikai revétlenítő berendezés használata miatt ennek az energiafogyasztásban is jelentkezik az ára.

- A sav fogyasztási és regenerálási költségek csökkentése megfelelő vegyszerek (inhibitorok) adagolása útján az alacsonyan ötvözött és ötvözött acélok pácolásánál (rozsdamentes acélhoz nem alkalmazható). Az inhibitorok azonban káros hatást gyakorolnak a felületi minőségre (a rozsdásodás miatt).
- A sav koncentrációjának csökkentése magas pácolási hőmérséklet alkalmazása útján. Bár itt is egyensúlyt kell elérni a sav koncentrációja és a pácolási hőmérséklet között. Az optimális érték a sav-vesztések, pácolási hatékonyság és energiafogyasztás függvénye. A pácolási hőmérséklet növelése ugyanis egyúttal növeli a rozsdamentes acélok pácolásánál az NO_x képződést is, s ezért a felesleges NO_x képződés kiküszöbölését is figyelembe kell venni a mérleg értékelésénél.
- A sav töménységének csökkentése villamos eljárás alkalmazása útján.
- A szennyvíz mennyiségének minimális értéken tartása kaszkád (azaz többlépcsős) rendszer kialakítása útján.
- A szennyvíz mennyiségének minimális értéken tartása tökéletesebb pácolási és öblítési berendezés alkalmazásával (mechanikai előkezelés, a gázmosó elfolyó vízmennyiségének csökkentését célzó zárt tartályok alkalmazása, a bemerítéses kezelés helyett zuhanyos megoldás alkalmazása, a felületre tapadt páclé eltávolítása gumiköpenyes törölő hengerekkel, hogy a felület minél kevesebb páclét és öblítő vizet vigyen magával, stb.)
- A páclé és öblítő víz belső visszavezetése és mechanikai szűrése az élettartam növelése céljából.
- Pácoló sav regenerálás. A hulladék savak regenerálása csökkenti a semlegesítést igénylő hulladékok mennyiségét. Azonban a hulladéksav töménységének és térfogatának el kell érnie bizonyos szintet ahhoz, hogy alkalmas legyen a regenerálásra.
- Mellékfolyamatként alkalmazott ioncserélő vagy elektro-dialízis alkalmazása a páclé regenerálására.
- A nyersanyagok gondos kiválasztása annak érdekében, hogy minimális legyen a hulladék vonalak elszennyeződése.
- Az oxidporok képződésének csökkentése (a lecsévézés, egyengetés vagy az akkumulátorba történő belépés során) megfelelő elszívó búrák alkalmazása útján.
- A sav közvetett fűtése. A sav fűtésére alkalmazott legáltalánosabb eljárás a hőcserélő alkalmazása. A gőz injektálásos közvetlen fűtés felhígítja a hulladéksavat, ami ezután emiatt nem regenerálható.

3.2.2.2 A porkibocsátás csökkentése az átcsevélnél

Ismertetés:

Az átsévélés során a szalag nyújtása folytán vasoxid tartalmú por képződik. A por képződése **vízfüggönyök** alkalmazásával fogható vissza. Ez a nedves módszer azután külön leválasztó rendszert igényel a kifecskendezett víz által összegyűjtött vasoxidok kiválasztására. Ez lehet önálló rendszer, vagy pedig az üzem globális vízkezelő rendszerébe beépített egység is.

Egyes esetekben ez a nedves poreltávolítási módszer a vasoxid részecskék nem-kívánatos felrakódásához vezet a hengereken és a pácoló soron, valamint a hengerek által okozott benyomódásokhoz a szalag felületén. Ezekben az esetekben a por diszperziójának megakadályozására alternatív módszerként **elszívó rendszer** alkalmazható, rendszerint **zsákos szűrőkkel** kiegészítve.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- A szállópor kibocsátás megakadályozása.
- A levegőszennyezés csökkentése.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Energia fogyasztás
- Szennyvíz vagy egyéb hulladék (porleválasztói por) képződése

Üzemeltetési adatok és gazdaságosság:

Beruházási költségként 50.000 € összeget adtak meg a nedves por leválasztásra és 280.000 € összeget a porelszívásra zsákos szűrőkkel (3 mt/év durvalemez gyártásához). [CITEPA]

3.2.2.3 Mechanikai előrevétlenítés

Ismertetés:

A meleghengerlés során képződött reve legnagyobb részének megtörésére és eltávolítására olyan mechanikai revétlenítési eljárásokat alkalmaznak, mint a meleg szemcse szórás, a nyújtó-egyengető, temperáló sor vagy egyengető. Minél nagyobb mértékben el tudjuk távolítani az acél felületéről a revét, annál nagyobb mértékben csökken a pácolási sav felhasználás is. A mechanikai revétlenítő berendezéseket el kell látni reve és por leválasztó (általában zsákos szűrős) berendezéssel, a szemcsés anyagok eltávolítása céljából.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- A savfogyasztás csökken.
- Javul a pácolási folyamat hatékonysága.

Alkalmazhatóság:

- Új üzemekben és – a rendelkezésre álló hely folytán csak korlátozottan – meglévő üzemekben is.
- Rozsdamentes acélfajták mechanikai revétlenítése csak az első pácolási lépcső előtt alkalmazható. A későbbi pácolási lépcsőkben ugyanis ez már befolyásolná a késztermék felületének minőségét is.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Növekszik az energia felhasználás.
- Részecske kibocsátás keletkezik, amit fel kell fogni és megfelelően kezelni.
- Hulladékok képződése (porleválasztói por).
- A pácolási műveletek hatékonyságának javulása folytán a pácolási hőmérséklet csökkenthető, ami alacsonyabb párolgási veszteséget eredményez. A savas pácolás terhelésének és így módon a savfogyasztásnak a csökkenése egyúttal csökkenti a keletkező savhulladékok mennyiségét is.

Referencia üzem:

Thyssen Stahl, Krefeld, Németország (vízszintes sörétszóró berendezés melegen és hidegen hengerelt szalaghoz, zsákos szűrővel ellátva) [Met-Plant-In-1-94].

Üzemeltetési adatok:

	Koncentráció [mg/Nm ³]	Fajlagos kibocsátás [kg/t termelés]	Csökkenési arány ¹ [%]	Hulladékgáz térfogat	Vizsgálati módszer
„A” példa: Sörétszóró berendezés rozsdamentes acélüzemben					
Por	15 – 25 ¹	0,01 – 0,02	> 95	350 – 450 m ³ /t	BS 3405
Cr, Mn, Ni	garantáltan alatta marad az 5 mg/m ³ határértéknek ²				
„B” példa: Sörétszóró berendezés melegen hengerelt acélszalagok hőkezelő és pácoló soránál					
	4,5/<1/2,6			13800/15200/18200 Nm ³ /h	
Megjegyzés: „A” példa forráshelye [EUROFER CR]; „B” példáié [FIN 28,3] ¹ [CITEPA] által közölt adat 20 mg/Nm ³ V = 135.000 m ³ /h volumennél és max. 225 t/h teljesítménynél. ² Forráshely [Met-Plant-Int-1-94]					

A.4-21 táblázat: Zsákos porleválasztóval ellátott sörétszóró berendezés alkalmazásával elért porkibocsátási szintek

3.2.2.4 Optimalizált mosási eljárás/kaskád mosás

Ismertetés

A mosási művelet optimalizálásának az a célja, hogy csökkentse a keletkező szennyvíz mennyiségét és minimális értéken tartsa a mosóvíz elszennyeződését. A szennyvíz mennyiségének és a szennyvíz kezelési iszapnak az általánosan elfogadott csökkentési módszere az ellenáramú kaskád áramlási rendszer kialakítása, gumiköpenyes törelő hengerekkel kiegészítve a mosó részlegben. Ezen kívül az elhasznált mosóvíz még újra fel is használható az üzemben – pl. a páclé előkészítéséhez. A gumizott és törelő hengerek a pácfürdők után kerülnek beépítésre, valamint a mosófürdők előtt és után. Ezek a szalag felületére tapadt pácfürdő maradványokat távolítják el, így csökkentve a páclé, valamint a koncentrált mosóvíz továbbvitelét a fürdőből, vagyis az egyik kaskád lépcsőből a másikba.

A szokásos kaszkád mosórendszer 3 ... 6 szakaszból áll folyadék visszatartó hengerekkel ellátva, melyek csökkentik a folyadék továbbvitelét az egyes szakaszok között. Az utolsó szakasznál friss vagy kondenzvizet lehet adagolni, amely ezután ellenáramú kaszkád folyamatban függőn keresztül jut el az előző szakaszba. A felesleg, vagyis a továbbjutó mennyiség túlfolyik az első szakaszból egy tároló tartályba, ahonnan rendszerint a regeneráló üzembe továbbítják. A közbenső tartályokban lévő mennyiség egy részét elvezetik savgőz elnyelésére a regeneráló üzemben lévő abszorpciós tornyokhoz, vagy pedig a friss sav hígítására a páclé tartályokba.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő vízfogyasztás
- Csökkenő szennyvíz és vízkezelési iszap mennyiség
- Csökkenő savfelhasználás

Alkalmazhatóság:

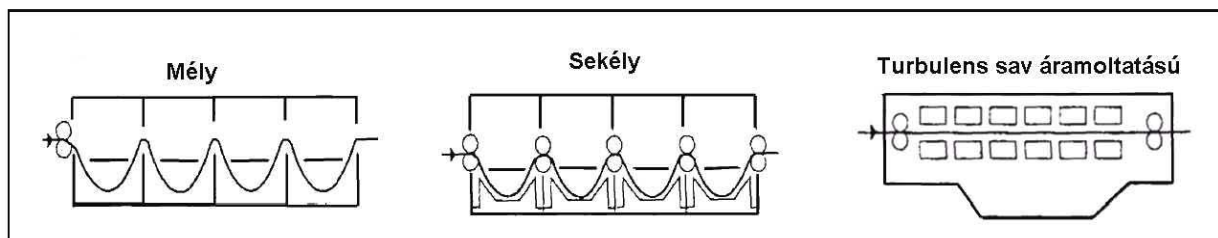
- Új és meglévő üzemekben

Referencia üzem: Jenn An, Tajvan

3.2.2.5 Turbulens pácolás

Ismertetés:

A pácolás terén folytatott legújabb fejlesztések legfőképpen magának a technológiai eljárásnak a tökéletesítésére irányulnak; vagyis a hatékonyság növelésére, a pácolási sebesség fokozására és a minőség javítására, valamint a folyamat szabályozhatóságának megkönnyítésére. Az A.4-15 ábrán a mély pácoló tartályoktól a sekély tartályokon keresztül a turbulens pácoláshoz vezető fejlődést mutatjuk be, ahol a savat már egyenesen a szalag felületére fecskendezik egy keskeny résen keresztül a pácoló tartályok között.



A.4-15 ábra: A pácoló tartályok különböző típusai

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Jobb hatékonyság

- Csökkenő energia fogyasztás, alacsonyabb sav felhasználás

Alkalmazhatóság:

- Új pácoló üzemekben és nagyobb korszerűsítések esetén meglévő berendezéseknél

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Minél hatékonyabb a technológiai folyamat, annál alacsonyabban tartható a hőmérséklet a savfürdőkben, ami a savfogyasztás csökkenéséhez vezet [Metall94].
- Mivel a turbulens pácolást könnyebb szabályozni (s ezen kívül kiegészítő technológiai modellekkel lehet ellátni), ezért itt a pácoló hatás hatékonyabb szabályozása válik lehetővé, ami csökkenti a túlpácolást és ezáltal a pácolási veszteségeket is (20-30 %, illetve 0,8-1,2 kg/t) [Metall94].
- Csökken a friss sav fogyasztás és/vagy kevesebb regeneráló kapacitásra van szükség [Metall94].

Referencia üzemek:

Stahlwerke Bochum AG (Németország); BHP (Ausztrália); Sumitomo Metals (Japán); Sidmar (Belgium); Thyssen Stahl (Németország); ILVA (Olaszország); ALZ (Belgium); Avesta (Svédország); Allegheny Ludlum (USA) [Metall94]

Gazdaságosság: alacsonyabb beruházási és üzemeltetési költségek

Az alkalmazás motiváló tényezője: javul a pácolási folyamat hatékonysága, a minőség és monetáris előnyökkel jár.

3.2.2.6 A savas páclé tisztítása és újra felhasználása

Ismertetés:

A páclé tisztítására és élettartamának meghosszabbítására oldalági áramlású mechanikai szűrés, sav visszanyerés és belső visszavezetés alkalmazható. A páclé szűrése pl. történhet mélyágyas szűrőközeggel, ami a szemcsés szennyeződések megfogja. A sav hűtésének szükségessége hőcserélőkkel felmerülhet az adszorpciós egység előtt, amelyben fizikai-kémiai adszorbeáló szer (pl. gyanta) segítségével távolítják el a szabad savat a szennyvízből. Amikor ez a kiválasztó berendezés telítődik, akkor a szabad savat friss víz átáramoltatásával kimossák belőle és visszavezetik a pácolási folyamatba.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő savfelhasználás (szennyvíz és iszap mennyiség).

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemeknél

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Növekvő energia felhasználás.

Referencia üzem:

- Allegheny Ludlum, USA

3.2.2.7 Sósav regenerálás zuhanyos eljárással

Ismertetés: - a regenerálást ld. a D.6.10.1.2, a szennyezések kiküszöbölését pedig a D.6.3 fejezetben.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Kevesebb friss sav felhasználás (12 ... 17,5 kg/t helyett 0,7 ... 0,9 kg/t; HCl koncentráció 33 %)
- Csökkenő szennyvíz és iszap mennyiség

Alkalmazhatóság:

- Új üzemekben, és a meglévő berendezéseknél a mérettől függően.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Energia és víz felhasználás.
- Levegőszennyezés (égéstermékek és sav) képződése, melyeket le kell csökkenteni – pl. nedves gázmosókkal.
- Szennyvíz keletkezik, ami kezelést igényel (ld. A.4.2.2.28).
- 2,86 g/t termékre számított fajlagos szuszpendált szilárd anyag kibocsátás (a kezelt szennyvízben).
- Kevesebb új sav előállítására van szükség (szállító).
- Eladható szilárd mellékterméket, ún. vasoxidot termel, ami újra felhasználható a ferit gyártó iparban, vagy pedig festék és üveg gyártásra.

Referencia üzemek [Karner-1]:

Vállalat	Év	Kapacitás [t/h]	Megjegyzés
Hoesch Stahl AG; Dortmund, FRG	1989	9000	
Ornatube Enterprise; Kaohsiung; Tajvan	1989	900	
Shanghai Cold Strip; Kína	1989	2900	
China Steel; Kaohsiung, Tajvan	1989	1900	
Sidmar S.A.; Gent, Belgium	1990	11000	
Anshan Iron & Steel; Kína	1991	2 x 6000	nagy tisztaságú oxid
Benxi Iron & Steel; Kína	1992	5000	
Karaganda Met. Komb.; Kazahsztán	1992	2 x 10000	
MMK; Magnitogorszk, Oroszország	1993	11000	
Baoshan Iron & Steel; Kína	1994	2 x 2900	nagy tisztaságú oxid
Hanbo Steel; Korea	1994	11000	

Üzemeltetési adatok:

Az A.4-22 és A.4-23 ábrán a sósav zuhanyos regenerálásának fogyasztási és kibocsátási adatait mutatjuk be.

Felhasználási/fogyasztási szint	
Elhasznált sav	0,7 – 0,9 kg/t
Hűtővíz (be)	0,07 – 0,09 m ³ /t
Ipari + sótalánított víz	0,09 – 0,15 m ³ /t
Energia	
villamos	4 – 15 MJ/t
kalorikus (földgáz)	102 – 009 MJ/t
Melléktermék/kibocsátási szint	
Fajlagos kibocsátás	
Szilárd melléktermék: Fe ₂ O ₃	5,1 – 5,4 (5,6 Sidmar) kg/t
Visszavezetett sav (20 %)	23 – 40 kg/t
Hűtővíz (ki)	0,07 – 0,09 m ³ /t
Hulladékgáz	24 – 38 m ³ /t
Szennyvíz (kibocsátás)	0,04 – 0,07 m ³ /t

Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR]

A.4-22 táblázat: HCl zuhanyos regenerálásának fogyasztási és kibocsátási szintjei

	Koncentráció [mg/Nm ³]	Fajlagos kibocsátás [kg/t termék]	Csökkenési arány [%]	Vizsgálati módszer
Por	20 – 50	n. a.	n. a.	EPA
SO ₂	50 – 100	n. a.	n. a.	SO ₄ kimutatása ion-kromatográfiás módszerrel (NBN T95-202)
NO ₂ ²	300 – 370	0,014	> 90	NO ₃ kimutatása ion-kromatográfiás módszerrel (NBN T95-301), Luminesztencia
CO	150	0,005	> 90	Környezetvédelmi-BA EM-K1
CO ₂	180000	6855	> 90	Infravörös
HCl	8 – 30	3,05 !-4	> 98	Ion-kromatográfia (ASTN D 4327-84) Potencio-metrikus titrálás (NEN 6476)

Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR]

¹ A csökkenés aránya a helyettesítő anyag tömegáramlásán alapul a kiküszöbölés előtt és után

² (3 % O₂)

A.4-23 táblázat: A HCl zuhanyos regenerálásának légszennyezési értékei

A berendezés szállítója szerint a HCl és a Cl₂ légszennyezési koncentrációja 2 mg/m³ alatt marad [Karner-1].

Az ellenáramú gázmosót végső lúgos mosóval kiegészítve a HCl kibocsátási szintje < 15 mg/m³, beruházási költsége 1175 kECU, üzemeltetési költsége pedig 6 kECU/év (villamos energia fogyasztás 300 kWh, V = 10000 m³/h – [CITEPA] adatai szerint.

3.2.2.8 Sósav regenerálás fluid ágygal

Ismertetés: - a regenerálási folyamat ismertetését ld. a D.5.10.5.1, a szennyezések kiküszöbölését pedig a D.5.3 fejezetben.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő friss sav fogyasztás
- Csökkenő szennyvíz és iszap mennyiség

Alkalmazhatóság:

- Új üzemekben, és a meglévő berendezéseknél a mérettől függően.

Gazdaságosság:

A fluid ágyas eljárással működő korszerű pácoló üzemek gazdaságossági tényezői a következők:

- Nyers sav felhasználás.
- Az öblítő és gázmosó víz hasznosítása.
- Tiszta, vasmentes sósav előállítása.
- A folyamat során olyan vasoxidok keletkeznek, amelyek más iparágakban felhasználhatók.

A fluid ágyas eljárással kiegészített pácoló üzemek beruházási költsége – az üzemeltetési költségeket és a gazdasági hasznot figyelembe véve általában kedvező képet mutat. A mindenre kiterjedő gazdaságossági számítás eredménye berendezésenként változik – a sav beszerzési költségének különbsége, az elhasznált páclé eltérő regenerálási költsége és a meglévő berendezéseknek a korszerűsítésére fordított felújítási, valamint az új berendezések építési költségei miatt [Rituper-1]

3.2.2.9 Elfolyó szennyvíz nélküli sósavas szalag pácoló üzem

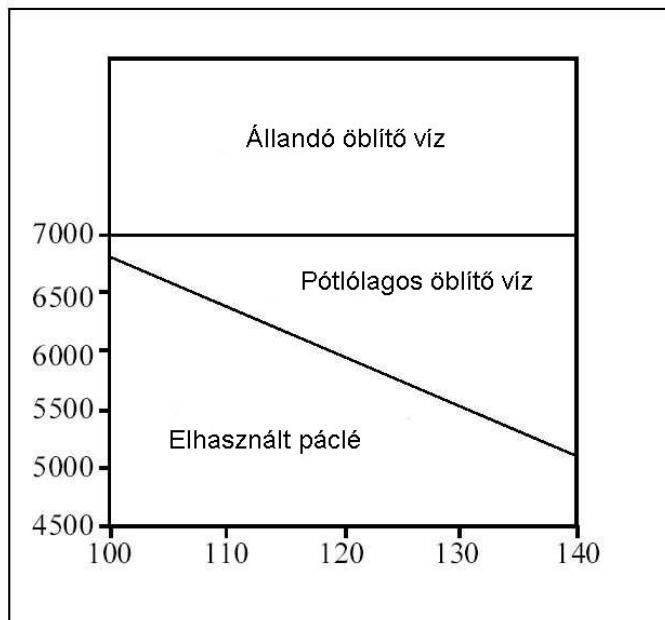
Ismertetés:

A pácolási művelet során keletkező szennyvizet ezek határozzák meg: elhasznált páclé; öblítési szennyvíz és a gázmosó vize. A fluid ágyas eljárásnál a páclét az egyes pácoló tartályok és a regeneráló egység között visszavezetik, ami a friss sav felhasználást illetően közel nulla fogyasztást jelent – némi párolgási veszteségtől eltekintve [Rituper-1].

Mivel a fluid ágyas eljárás kb. 850 C° hőmérsékleten üzemel, ezért a regeneráló üzemben pótlólagos öblítő és gázmosó víz használható fel. A Venturi mosó energiamérlegének megfelelően bizonyos mennyiségű víz szükséges a reaktor távozó gázának elpárologtató hűtésére [Rituper-1].

A fluid ágyas eljárás során felhasználható öblítő és gázmosó víz mennyisége a páclé vastartalmától függ. Az öblítő víz hasznosítására az A.4-16 ábrán mutatunk be példát. Itt az öblítő víz egy részét az abszorpciós folyamathoz használják fel, a maradékot pedig közvetlenül a Venturi mosóba vezetik be [Rituper-1].

Az A.4-16 ábrán bemutatott példa esetében 5943 l/h összes mennyiségű öblítő vizet használnak fel a HCl abszorpciójához (elnyeléséhez). A páclé vastartalmától függően 105 g/l Fe^{++} értéknél kb. 500 l/h, 130 g/l Fe^{++} értéknél pedig kb. 1750 l/h öblítő víz használható fel pótlólag.



A.4-16 ábra: Az öblítő víz felhasználás a vastartalom függvényében [Rituper-1]

Ez a példa azt mutatja, hogy ha figyelembe vesszük az elhasznált páclé, valamint az öblítő víz mennyiségét és koncentrációjukat, akkor gazdaságos, elfolyó szennyvíz kibocsátástól mentes pácoló sori üzemeltetést lehet megvalósítani.

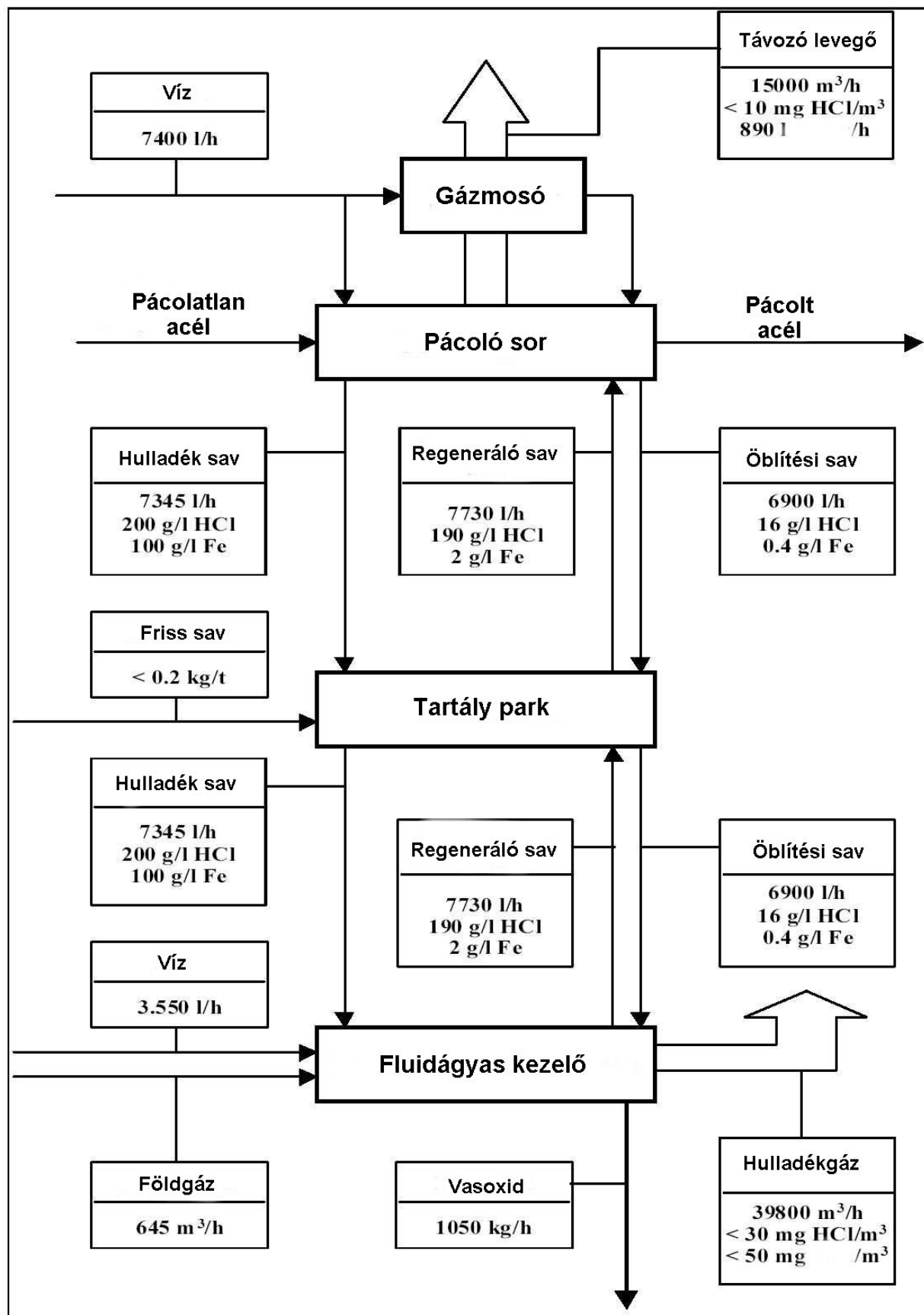
Ez az eljárás lehetővé teszi a teljesen zárt, elfolyó szennyvíztől mentes pácoló sori üzemeltetést, amit már számos korszerű üzemben megvalósítottak. Ezek a berendezések a pácolt anyag tonnájára számítva kevesebb, mint 0,2 kg sav/t fajlagos sósav felhasználással működnek. Az elfolyó szennyvíztől mentes szalag pácoló sori üzemeltetésre az A.4-17 ábrán mutatunk be példát [Rituper-1].

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Egyáltalán nincs szennyvíz kibocsátás, illetve szennyezés.

Alkalmazhatóság:

- Új üzemekben, és a meglévő berendezéseknél a mérettől függően.



A.4-17 ábra: Példa az elfolyó szennyvíz kibocsátástól mentes sósavas pácoló és sav regeneráló berendezésre [Rituper-1]

3.2.2.10 Kénsav visszanyerése kristályosítással

Ismertetés: - a csökkenés mértékére és a (gázmosó) légszennyezés kibocsátási értékére vonatkozóan ld. a D.6.9.1 és a D.6.3 fejezetet.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő friss sav felhasználás.
- Csökkenő szennyvíz és iszap mennyiség.

Alkalmazhatóság:

- Új üzemekben, és a meglévő berendezéseknél a mérettől függően.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Nagyobb energia fogyasztás.
- Légszennyezés a regenerálóból.

Üzemeltetési adatok:

Az A.4-24 táblázatban H₂SO₄ vákuumkristályosító eljárás fogyasztási és kibocsátási szint adatait mutatjuk be.

Felhasználási/fogyasztási szint	
Elhasznált sav	7 – 10 kg/t
Hűtővíz (be)	2 – 3,5 m ³ /t
Ipari + sótalánított víz	0,2 – 0,4 m ³ /t
Energia	
villamos	1 – 20 MJ/t
kalorikus (földgáz)	100 – 200 MJ/t
Melléktermék/kibocsátási szint	
	Fajlagos kibocsátás
Szilárd melléktermék: Vasszulfát	26 – 30 kg/t
Visszavezetett sav (20 %)	0 – 10 kg/t
Hűtővíz (ki)	2 – 3,5 m ³ /t
Hulladékgáz	70 – 90 m ³ /t
Szennyvíz (kibocsátás)	0,2 – 0,4 m ³ /t
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR]	

A.4-24 táblázat: H₂SO₄ vákuumkristályosító eljárás fogyasztási és kibocsátási szintjei

	Koncentráció [mg/Nm ³]	Fajlagos kibocsátás [kg/t termék]	Csökkenési arány ¹ [%]	Vizsgálati módszer
SO ₂	8 – 20	0,5 – 1,5	> 95	Infravörös
H ₂ SO ₄	5 – 10	0,3 – 0,6	> 95	Titrlás
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR]				
¹ A csökkenés aránya a helyettesítő anyag tömegáramlásán alapul a kiküszöbölés előtt és után				

A.4-25 táblázat: H₂SO₄ vákuumkristályosító légszennyezési adatai

3.2.2.11 Kevert sav regenerálás zuhanyos eljárással

Ismertetés: - ld. a D.5.10.1.2 és a D.5.3 fejezetet.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- A friss sav felhasználás lecsökken (2,5 ... 7,0 kg/t HF és 3 ... 10 kg/ HNO₃ értékről 0,8 ... 1,2 kg/t HF értékre) és kevesebb az új (szállítótól vásárolt) sav is [Com Karner].
- Csökken a semlegesítési iszap mennyiség [Com Karner].

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemeknél [Com Karner].

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Energia és vegyszer felhasználás.
- Légszennyezés keletkezik, ami kezelést igényel.
- Szennyvíz keletkezik, ami kezelést igényel.
- Hasznosítható melléktermékként kevert oxid keletkezik [Com Karner].

Referencia üzem: [Com Karner]

Vállalat	Teljesítmény [l/h]	Indulás éve
Acerinox, Spanyolország	3000	1992
Yieh United, Tajvan	4500	1994
Posco, Korea	4500	1994
Columbus, Dél-Afrika	4500	1995

Üzemeltetési adatok:

Az A.4-26 táblázatban zuhanyos kevert sav regeneráló fogyasztási és kibocsátási adatait mutatjuk be.

Felhasználási/fogyasztási szint	
Elhasznált sav	25 – 100 kg/t
Hűtővíz (be)	1,5 – 9 m ³ /t
Karbamid (Denox számára)	0,4 – 1 kg/t
Nátronlúg	
Energia	
villamos	5 – 20 MJ/t
kalorikus (földgáz)	60 – 230 MJ/t
Melléktermék/kibocsátási szint	
Fajlagos kibocsátás	
Szilárd melléktermék: Vasszulfát	1,7 – 5 kg/t
Visszavezetett sav (HF 6 %, HNO ₃ 10 %)	26 – 108 kg/t
Hűtővíz (ki)	1,5 – 9 m ³ /t
Hulladékgáz	70 – 90 m ³ /t
NO _x	< 100 ppm (= 200 mg/m ³ kalk. NO ₂)
HF	< 2 mg/Nm ³

Por	< 10 mg/Nm ³
Szennyvíz	0,003 – 0,01 m ³ /t
Megjegyzés: Forráshely [Com-Karner], Pyromars példája	

A.4-26 táblázat: A zuhanyos kevert sav regenerálás fogyasztási és kibocsátási adatai

Gazdaságosság: megtakarítások az alacsonyabb savfogyasztás és értékesíthető melléktermékek folytán.

Hivatkozott irodalom:

W. Karner, W. Hofkirchner, Modern pickling and acid regeneration technology, MPT-Metallurgical Plant and Technology No. 2, 1996, 92–100

3.2.2.12 Kevert (HNO₃ és HF) sav visszanyerése ioncserélővel

Ismertetés: - ld. a D.5.9.3 fejezetet.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Kevesebb hulladék képződés és friss sav felhasználás

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

Üzemeltetési adatok:

Felhasználási/fogyasztási szint	
Elhasznált kevert sav	0,05 – 0,2 m ³ /t
Víz	0,05 – 0,2 m ³ /t
Energia villamos	2 – 5 MJ/t
Melléktermék/kibocsátási szint	
Fajlagos kibocsátás	
Visszanyert kevert sav	0,05 – 0,2 m ³ /t
Szabad HF visszanyerési arány:	75 – 85 %
Szabad HNO ₃ visszanyerési arány:	80 – 85 %
Fémek eltávolítási aránya:	50 – 55 %
Fémtartalmú gyenge savas oldat	0,05 – 0,2 m ³ /t

Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR]

A.4-27 táblázat: A kevert sav ioncserés regenerálásának fogyasztási és kibocsátási szintjei

3.2.2.13 Kevert (HNO₃ és HF) sav regenerálása diffúziós dialízissel

Ismertetés: - ld. a D.5.9.4 fejezetet.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő hulladék mennyiség és friss sav felhasználás.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

Referencia üzem: Svéd gyár

Üzemeltetési adatok:

Példa – Az elhasznált savak szűrésének köszönhetően a membrános tisztítás csak igen ritkán válik szükségessé. A technológiai savoldat megfelelő előkezelésével a Svédországban 1989-ben felépített új diffúziós dialízises üzemben elérték, hogy a saválló acél pácoló (HF/HNO₃, 300 l/h) sav oldatának regenerálásához az 1993-ig folytatott üzemeltetés folyamán semmilyen membrános tisztításra sem volt szükség, és tökéletes eredményekkel működött [OSMOTA].

3.2.2.14 Kevert sav regenerálás elpárologtatással

Ismertetés: - ld. a D.5.10.4 és D.5.10.5 fejezetet.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkent a friss sav felhasználása – úgy a szabad, mint a kötött HNO₃ és HF visszavezetése folytán.
- Egyáltalán nincsenek nitrátok a szennyvízben.
- Nincs por kibocsátás [Com2 FIN].

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Pótlólagos energia és H₂SO₄ felhasználás
- Fémszulfátok képződnek, amelyeket fém-hidroxidokká kell semlegesíteni [Com2 FIN].

Referencia üzem:

Vállalat	Teljesítmény (l/h	Indulás éve
Outokumpu, Finnország	1500	1984
Outokumpu, Finnország	3000	1997

Üzemeltetési adatok:

Felhasználási/fogyasztási szint	
Elhasznált kevert sav	15 – 30 l/t
H₂SO₄ (95 %)	4,0 – 6,0 kg/t
Hűtővíz	3,8 – 5,8 kg/t
Energia	
villamos	2,3 – 3,5 MJ/t
gőz	16 – 24 kg/t
propán	3,2 – 4,8 MJ/t
Melléktermék/kibocsátási szint	
	Fajlagos kibocsátás
Hűtővíz	3,8 – 5,8 kg/t m ³ /t
Visszavezetett sav	14 – 20 l/t
130 g/l HNO ₃	
55 g/l HF	
Metálszulfát	5,0 – 7,6 kg/t
Fe	0,6 – 0,8 kg/t
Cr	0,09 – 0,13 kg/t
Ni	0,08 – 0,12 kg/t
SO ₄	1,9 – 2,9 kg/t
H ₂ SO ₄	1,7 – 2,5 kg/t
Hulladékgáz:	
Por	Nincs
HF	< 2 mg/l
NO ₂	< 100 mg/l

A fenti adatok az üzem működése során kapott mérési adatokon alapulnak.

A.4-28 táblázat: A kevert sav elpárologtatós regenerálásának fogyasztási és kibocsátási szintjei [Com2 FIN]

Gazdaságosság:

- Megtakarítás a lecsökkent savfogyasztás folytán.
- Könnyen betartható a pácoló savak összetételének állandósága.
- Nincs szükség a sav semlegesítésére [Com2 FIN]

Az alkalmazás motiváló tényezője:

- A savak teljes regenerálása [Com2 FIN]

Hivatkozott irodalom:

Nyman, B., Koivunen, T. – Az Outokumpu eljárás a pácoló sav regenerálására, A vas szabályozása a hidro-metallurgiában, Torontó, 1986. október 19-22. p 519-536, John Wiley & Sons.

3.2.2.15 A magasan ötvözött acélok elektrolitikus előpácolása

Ismertetés:

Az előpácolás kezdeti fokozata semleges elektrolizáló tartályból áll, amelyben nátriumszulfát (Na₂SO₄) vizes oldatát alkalmazzák kb. 80 C°-os technológiai hőmérsékleten – még a kevert

savas pácfürdők előtt. Az elektrolitikus előpácoló berendezések teljesen gáztömörek, az elpárolgó savgőzöket elszívó berendezéssel távolítják el és gázmosóba vezetik a kibocsátás előtt.

A legújabb továbbfejlesztett megoldásnál lúgos elektrolitikus előpácolást is alkalmaznak a semleges elpácolással és a savas pácolással / savas elektrolízissel összekapcsolva [Hitachi].

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökken a kevert sav terhelés, ennél fogva kisebb az NO_x és a nitrátok kibocsátása.
- Általában nedves gázmosási eljárást alkalmaznak felületnövelő betéttel megtöltött tornyokban – annak érdekében, hogy csökkentsék az előpácolási berendezésekből a levegőbe kijutó káros szennyezések mértékét.

Alkalmazhatóság:

- Új pácoló soroknál és a nagyobb átépítések során meglévő berendezéseknél is – feltéve, ha van elegendő hely erre a célra.

Referencia üzem: - Allegheny Ludlum, USA

3.2.2.16 Az elektrolitikus pácoló folyadék tisztítása és újrafelhasználása

Ismertetés:

A pácolási folyamat során oldhatatlan sók és fémvegyületek képződnek, amelyeket a megfelelő üzemeltetési körülmények fenntartása érdekében el kell távolítani az elektrolitikus nátriumsulfát oldatból.

Ennél fogva az elektrolitnak egy kis oldalági mennyiségét tisztítják. Az oldatban lévő részecskéket ferde lapos derítőkben, gravitációs ülepítéssel távolítják el. A derített oldatot azután visszavezetik az elektrolízis folyamatába; míg az iszapot a króm redukáló egységbe továbbítják.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő elektrolit élettartam, kevesebb hulladék.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

Referencia üzem:

- Allegheny Ludlum, USA

3.2.2.17 Az elhasznált savas páclé külső felhasználása

Ismertetés:

Eladják külső regenerálásra, vagy pedig víztisztítási felhasználásra.

3.2.2.18 A pácoló üzemi kibocsátások csökkentése – zárt HCl és H₂SO₄ pácoló tartályokkal és a távozó savgőz gázmosós tisztításával

Ismertetés: - ld. D.5.2 és D.5.3 fejezetben.

A pácolási folyamat különböző munkafolyamati szakaszai teljesen zárt vagy elszívó burával lefedett berendezésben zajlik le. A keletkező savgőzöket elszívják és gázmosó (abszorpciós torony kialakítású) berendezésbe továbbítják tisztításra. A – pl. mosásból származó – visszavezetett vizet azután abszorbeálásra használják fel. A gázmosói kilépő víz egy része a semlegesítő üzemen keresztül távozik el.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő légszennyezési kibocsátás, különösen a savgőzöket illetően.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Növekvő energia fogyasztás.
- Savas szennyvíz keletkezik, ami azután a technológia további részében felhasználható – pl. mosóvízként a HCl regeneráláshoz, vagy pedig semlegesíteni kell a vízkezelés után (ami viszont pótlólagos vegyszer felhasználással és szennyvíz kezelési iszap képződéssel jár).

Referencia üzem:

- Jenn An, Tajvan [Danieli].

Üzemeltetési adatok:

HCl pácolás

	HCl pácolás	
	Por	HCl
Fajlagos hulladékgáz mennyiség [m ³ /t]	25 – 400	
Energia fogyasztás [MJ/t]	0,5 – 1,5	
Koncentráció [mg/Nm ³]	10–20	10 – 30 ¹
Fajlagos kibocsátás [g/t]	0,258	
Csökkenési arány ²	> 98 %	
Vizsgálati módszer	EPA	Ion kromatográf (ASTM D 4327-84) Potenciometrikus titrálás (NEN 6476)

Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR]

¹ [EUROFER 6.9] adatai szerint a felső érték 30 mg/Nm³ a folyamatos mérésekkel együtt.

² A csökkenési arány a tömegáramlásnak a helyettesítő alkalmazása előtti és utáni mérési adatain alapul.

A.4-29 táblázat: Az abszorpciós tornyokkal működő HCl pácolás kibocsátási szintjei

Egyéb források az alábbi elért kibocsátási szintekről számoltak be:

USA [EPA-453]

Betétes gázmosó + szitaszövetes páramentesítő:

HCl kibocsátási értékek: 2,7 / 2,8 / 21,2 mg/m³, ill. 99,5 / 97,8 / 97,0 % hatékonyság.

Tárcsás gázmosó + szitaszövetes páramentesítő:

HCl kibocsátási értékek: 3,5 mg/m³, ill. 99,96 % hatékonyság.

[CITEPA]:

Vízfüggöny + páracsoökkentő:

HCl kibocsátás 10 ... 15 mg/m³, beruházási ktg. 450 kECU, üzemeltetési ktg. 14 kECU/év, villamos energia óránkénti fogyasztás: 100 kWh.

Ellenáramú vizes gázmosás: HCl kibocsátás 10 ... 15 mg/m³, beruházási ktg. 625 kECU, üzemeltetési ktg. 14 kECU/év, villamos energia óránkénti fogyasztás 80 kWh.

[Rituper] < 10 mg/m³ kibocsátási szintet közölt.

H₂SO₄ pácolás

	H ₂ SO ₄ pácolás	
	SO ₂	H ₂ SO ₄
Fajlagos hulladékgáz mennyiség [m ³ /t]	50 – 110	
Energia fogyasztás [MJ/t]	1 – 2	
Koncentráció [mg/Nm ³]	8–20	1 – 2
Fajlagos kibocsátás [g/t]	0,4	0,05
Csökkenési arány ²	> 95 %	> 95 %
Vizsgálati módszer	Infravörös	Titrlás

Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR]

A.4-30 táblázat: Abszorpciós toronnyal működő HCl pácolás kibocsátási szintjei

Gazdaságosság:

Ellenáramú vizes gázmosó tányérbetétes kolonnákkal	
Termelési kapacitás	900000 t/év

Energia fogyasztás (villamos)	0,68 kWh/t
Aramlási mennyiség	10,6 Nm ³ /s
Beruházási ktg.	6,25 EUR '000
Üzemeltetési ktg.	14 EUR '000

A.4-31 táblázat: Tányérbetétes kolonnákkal ellátott vizes ellenáramú gázmosó becsült költségei [CITEPA]

3.2.2.19 A pácoló üzemi kibocsátások csökkentése – zárt kevert savas pácoló tartályokkal és a távozó savgőz gázmosós tisztításával

Ismertetés: - ld. D.5.2 és D.5.3 (zsákos szűrő) és D.5.8.3 fejezetben gázmosás H₂O₂, NaOH, karbamid, stb. alkalmazásával.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő légszennyezési kibocsátás, különösen a kijutó savgőzök (HF és NO_x) vonatkozásában.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- A H₂O₂ gázmosás salétromsavas mellékterméket eredményez, amelynek koncentrációja lehetővé teszi visszavezetését a pácolási folyamatba.
- Csökkenő salétromsav felhasználás.
- Csökkenő szennyvíz és vízkezelési iszap mennyiség.
- A H₂O₂ vagy karbamid pácfürdőbe történő injektálás esetében a gázmosó víz újra felhasználható vízpótlásra a pácoló tartályokban.
- A nátriumhidroxidos gázmosás nátriumnitrát hulladékot eredményez, amelynek az elhelyezéséről gondoskodni kell.

Referencia üzemek:

- Thyssen Stahl, Krefeld, Németország [Met-Plant-Int-1-94]
- Allegheny Ludlum, USA

Üzemeltetési adatok:

[CITEPA] adatai szerint a HF kibocsátás értékei 0,2 ... 2 mg/m³ (max. 17 mg/m³), az NO_x-é pedig 5 ... 1000 mg/m³.

Az ipari üzemek a kibocsátási értékek alsóbb tartományáról számoltak be, amely az NO_x-nél 350 mg/Nm³ [Com2 CR]

3.2.2.20 A kevert savas pácolás NO_x kibocsátásának visszafogása H₂O₂ (vagy karbamid) pácfürdőbe történő adagolása útján

Ismertetés: - ld. D.5.8.1 fejezetben.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő NO_x kibocsátás.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Csökkenő sav felhasználás.
- Hidrogén-peroxid (3 ... 10 kg/t) fogyasztás.

Referencia üzem:

- Thyssen Stahl, Krefeld, Németország (karbamid adagolás) [Met-Plant-Int-1-94]

Üzemeltetési adatok:

A hidrogén-peroxid adagolása visszafogja a gáz halmazállapotú NO_x kibocsátás képződését oly módon, hogy HNO₃ vegyületet képez a pácoló tartályban. Ily módon a sav részleges újrahasznosítása lehetséges, ami a friss sav fogyasztást 25 %-ig terjedő mértékben képes csökkenteni.

	Koncentráció [mg/Nm ³]	Fajlagos kibocsátás [g/t termelés]	Csökkentési arány ¹ [%]	Vizsgálat módszere
NO _x	350 – 600	80 – 300	75 – 85	Kemi-luminesztencia
HF	2 – 7	1 – 1,5	70 – 80	Titrlás

Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR]
¹ A csökkenés mértéke részben a H₂O₂ injektálásból, másrészt az abszorbeáló rendszer távozó gázaiból adódik.

A.4-32 táblázat: A H₂O₂ injektálás alkalmazásával elérhető kibocsátási szintek

A pácfürdőnél (és a gázmosónál) alkalmazott karbamid adagolás útján megvalósított NO_x közömbösítés eredményéről azt közölték, hogy az NO_x kibocsátás értékét megbízhatóan 850 mg/m³ alatt tudták tartani. A szennyvíz magasabb ammónia tartalmát levegőztetés útján csökkentették le [Met-Plant-Int-1-94].

Gazdaságosság:

Az NO_x 70 %-os csökkentése mellett a hidrogén-peroxid adagolási költségére 4 kECU/kg NO_x összeget közöltek [CITEPA].

A sekély fürdős turbolens pácolási eljárásnál a hidrogén-peroxid szükséges adagolási aránya drámaian megnőhet [Com2 CR]. Tehát az olyan nagy méretű pácoló berendezéseknél, ahol a hidrogén-peroxid adagolási aránya túl nagyra adódna, ott más NO_x közömbösítési módszer – pl. SCR – jöhet inkább szóba.

3.2.2.21 A pácoló NO_x kibocsátásának csökkentése szelektív katalitikus redukcióval

Ismertetés: - részletesebben ld. a D.2.4 fejezetben.

A szelektív katalitikus redukció (SCR) eljárása a kevert savas pácolásból származó kibocsátások közömbösítésére használható. Ez a pácoló tartályokból távozó NO_x tartalmú gázok 280 ... 450 C°-ra történő felmelegítéséből és ammónia vagy karbamid injektálásból áll. A gázkeveréket ezután katalizátorba továbbítják, ahol az NO_x vegyületek az ammóniával reakcióba lépve nitrogénre és vízre bomlanak le.

Az SCR eljárás összekapcsolható HF redukciós fokozattal is, ami lehet nedves abszorpció vagy meszes kezelés is [Com CR]. Ez utóbbinál a nedves gázt még az SCR előtt mésszel kezelik. A HF a mésszel reakcióba lépve fluorpátot képez, ami a magas tisztasági foka folytán másodlagos nyersanyagként felhasználható [CITEPA].

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő NO_x kibocsátás (hatásfoka eléri a 90 %-ot is), szokásos tartománya 70 ... 90 %. Az elért NO_x szint a kezdeti koncentráció függvénye.
- Meszes kezeléssel összekapcsolva csökken a HF kibocsátás.

Alkalmazhatóság:

Új üzemekben és nagyobb korszerűsítések esetén meglévő üzemekben is.

Referencia üzemek: 3 egység a finnországi Outokumpu Tornio gyárban [Com2 FIN]

Gazdaságosság:

Magas beruházási költség, ezért csak nagy berendezéseknél éri meg [Com CR].

3.2.2.22 Pácolói NO_x csökkentése nem-szelektív katalitikus redukcióval

Ismertetés: - részletesebben ld. D.2.5 fejezetben.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő NO_x képződés.

Alkalmazhatóság:

- Új üzemekben és nagyobb korszerűsítések esetén meglévő üzemekben is.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Energia fogyasztás jelentkezik az elszívott gázok üzemi hőmérsékletre történő felmelegítésénél az SNCR számára.

Referencia üzem: - kevert savas pácolásra nem alkalmazzák.

Üzemeltetési adatok és gazdaságosság:

Ahhoz a környezeti hőmérsékleten zajló technológiai folyamatokból elszívott gázokat az SNCR eljárásához szükséges (900 ... 1000 C° közötti) hőmérsékletre felhevítsék, az üzemeltetési költségek igen magasak lennének. Továbbá itt az eltávolítás hatékonysága is alacsonyabb, mint ami az SCR alkalmazásával elérhető, aholis a szükséges hőmérséklet valahol az 500 ... 600 C° között van – jóval alacsonyabban az SNCR hatékony működéséhez szükséges értéknél [Com3 EUROFERR]. Mivel már rendelkezésre állnak más olyan NOx redukciós eljárások is, amelyek alkalmasabbak és hatékonyabbak az SNCR-nél, ezért ez nem is került be a kevert savas pácolás NOx redukálásának ELT eljárásai közé.

3.2.2.23 Rozsdamentes acél salétromsav-mentes pácolása

Ismertetés: - részletesebben ld. D.5.8.2 fejezetben.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő NOx kibocsátás.

Alkalmazhatóság:

- Új üzemekben és nagyobb korszerűsítések esetén meglévő üzemekben is.

Referencia üzem: - szalag pácolásra nem alkalmazzák [Com2 CR].

3.2.2.24 Optimalizált olaj felhasználás az alacsonyan ötvözött és ötvözött acéloknál

Ismertetés:

A lemez olajozásánál (hengerolajjal vagy korróziógátló olajjal) az olaj felszóró kamrák vagy olajozó gépek működésének optimalizálása útján az olajfogyasztás csökkenthető. Az elektrosztatikus olajozó gépnek az az előnye, hogy az olaj adagolása fokozatmentesen hozzáigazítható az aktuális sori sebességhez szükséges vékony olajfilm vastagságához.

Amennyiben a pácolt lemezt (terméket) hideghengerlésre szánják, úgy a hengerolaj a pácoló sorban nem kívánatos. Másrészt ilyenkor korróziógátló olajra sincs szükség, ha a következő technológiai folyamatra azonnal sor kerül.

3.2.2.25 Mágneses szivattyúk (alacsonyán ötvözött és ötvözött acél)

Ismertetés:

A mechanikus működésű szivattyúk tömszelencéje állandó vízáramlást igényel. Ennél fogva felváltásuk mágneses szivattyúkkal egyúttal csökkenti a vízfogyasztási igényt is.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő vízfogyasztás.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

3.2.2.26 A sav melegítése hőcserélőkkel

Ismertetés: - ld. D.6 fejezetben.

A hőcserélők alkalmazása által elkerülhető a pácoló sav felhígulása, ami a közvetlen gőzinyjektálásnál fellép.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

3.2.2.27 A sav melegítése bemelegítő fűtő berendezéssel

Ismertetés: - ld. D.6 fejezetben.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

3.2.2.28 A savas szennyvizek kezelése

Ismertetés:

Az öblítő kádakból, valamint a pácoló tartályok elszívott gőzeinek abszorbeálójából származó savas szennyvíz – ha az nem használható fel a pácoló tartályokban – továbbá az üzem takarítása során elhasznált elfolyó vizek a visszaengedés előtt kezelést igényelnek. A szennyvizet semlegesítik (pl. más üzemi folyamatokból származó lúgos szennyvízzel), az oldott fémion tartalmát átalakítják hidroxidokká vagy nehezen oldódó sókká, s ezután ülepítéssel leválasztják, sok esetben pótlólagos flokkuláló szer adagolással gyorsítva a folyamatot. A leülepített fémsó-iszapot azután szűrőprésen víztelenítik és deponálják.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- A vízszennyezők száma és mennyisége csökken.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Nagy mennyiségű iszap keletkezik.
- A főleg vashidroxidból és vízből álló iszap mindaddig visszavihető a nyersvasgyártási folyamatba, amíg nem tartalmaz nem-kívánatos fém (pl. horgany) szennyeződést, vagy egyéb káros anyagot. Ügyelni kell arra, hogy a távozó szennyvíz vagy iszap ne keveredjen olyan anyagokkal, amelyek az újrahasznosítást megnehezítik.
- A semlegesítés során is keletkezhetnek nagy mennyiségben olyan semleges sók (pl. NaCl, CaCl₂, Na₂SO₄, CaSO₄), melyek legtöbbje erősen oldódik vízben és a kezelt vízzel kibocsátásra kerül. Ezek eltávolítása csak nagyon különleges, és a legtöbb esetben gazdaságtalan kezeléssel (fordított ozmózis, elektro-dialízis vagy bepárlás és ioncserélős kezelés és koncentrált bepárlás sószáritással) oldható meg. Még ha ezeket a sókat el is távolítják, azok kevert összetétele korlátozza újrafelhasználásuk lehetőségét, deponálásuk viszont az oldódó képességük miatt ütközhet akadályba.

Üzemeltetési adatok és gazdaságosság:

	Koncentráció [mg/Nm ³]	Fajlagos kibocsátás [g/t termelés]	Csökkenési arány ¹ [%]	Vizsgálat módszere
Szuszp. szilárd a.	50	2,86	> 90	DIN 38409-H2
Fe teljes	2	0,114	> 90	DIN 38406
ZN teljes	0,05 – 1			"
Ni teljes	0,1 – 0,5			"
Cr teljes	0,02 – 0,5			"
Cr ^{VI}	0,01 – 0,1			"
Hőmérséklet	< 30 C°			Hőmérő
pH	6,5 – 9,5	1 – 1,5	70 – 80	DIN 38404-C5

Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR]. Az adatok heti, térfogatarányos 24 órás mintavételen alapulnak.
¹ A csökkenési arány a tömegáramlásnak a helyettesítő alkalmazása előtti és utáni mérési adatain alapul.

A.4-33 táblázat: HCl pácoló és regeneráló üzemek kibocsátott szennyvizének szennyező koncentrációi [EUROFER CR]

Anyag	Koncentráció mg/l-ben ¹	Mintavétel típusa	1998. évi mérések kezelő/ellenőrző hatóság
Fe	0,41	Minősített véletlen minta	12/6

Olaj	< 0,28	Minősített véletlen minta	12/6
Szuszpendált szilárd anyagok	< 10	Minősített véletlen minta	12/6
Cr	< 0,01	Minősített véletlen minta	12/6
Ni	0,03	Minősített véletlen minta	12/6
Zn	0,02	Minősített véletlen minta	12/6
Megjegyzés: Forráshely: Senator für Bau und Umwelt Bremen, üzem: Stahlwerke Bremen. ¹ A minősített véletlen minták középértékei 1998-ból származnak. Szennyvíz mennyiség: 264528 m ³ .			

A.4-34 táblázat: HCl pácolási és regeneráló üzemek kibocsátott szennyvizének szennyező koncentrációi [Com2 D]

	Koncentráció [mg/Nm ³]	Fajlagos kibocsátás [g/t termelés]	Csökkenési arány ¹ [%]	Vizsgálat módszere
Szuszpendált szilárd anyagok	40 – 50	16 – 20	> 90	DIN 38409-H2
Fe teljes	1,4 – 2	0,3 – 0,5	> 95	DIN 38406
ZN teljes	0,15 – 1			„
Ni teljes	0,1 – 0,5			„
Cr teljes	0,5			„
Cr^{VI}	0,01 – 0,1			„
Hőmérséklet	< 30 C°			Hőmérő
pH	6,5 – 9,5	1 – 1,5	70 – 80	DIN 38404-C5
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR]. Az adatok heti, térfogatarányos 24 órás mintavételen alapulnak. ¹ A csökkenési arány a tömegáramlásnak a helyettesítő alkalmazása előtti és utáni mérési adatain alapul.				

A.4-35 táblázat: H₂SO₄ pácoló és regeneráló üzemek szennyvizének szennyező koncentráció értékei

3.2.3 Hengerlés

3.2.3.1 Alacsonyan ötvözt és ötvözt acél folyamatos hengerlése a hagyományos szakaszos hengerlés helyett

Ismertetés: - ld. az A.2 Folyamatos hengerlés c. fejezetben.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő olajfelhasználás.
- Csökkenő villamos energia fogyasztás.

Alkalmazhatóság:

- Nagy termelési kapacitású és azonos fajta termékeket gyártó üzemeknél alkalmazható.
- Új üzemekben, vagy korszerűsítés esetén meglévő üzemekben.

Üzemeltetési adatok:

- A félig vagy teljesen folytatólagos hengerlésnek számos előnye van a szakaszossal szemben.
- A tekercsvégek jobb vastagság szabályozása folytán javul az anyagkihozatal.
- Javul a minőség.
- Csökken a hengercserek gyakorisága.

Az alkalmazás motiváló tényezői:

- Javuló minőség és kihozatal.

3.2.3.2 Pácoló üzem összekapcsolása tandem sorral**Ismertetés:**

A meglévő pácoló sor összekapcsolása ugyancsak meglévő tandem sorral csak abban az esetben gazdaságos, ha a két berendezésnek a kapacitása jól megegyezik egymással.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő selejt (a hibák minimálisra csökkennek).

Alkalmazhatóság:

- Új üzemekben és nagyobb korszerűsítések esetén meglévő üzemekben is.

Az alkalmazás motiváló tényezői:

- Csökken a feldolgozási idő, minimális hiba fordul elő, javul a kihozatal.

3.2.3.3 A hengerolaj és emulzió rendszer optimális megválasztása**Ismertetés:**

A tandem sor olajának helyes megválasztása minőségi okokból (jó desztillációs tulajdonságok, könnyű eltávolíthatóság a zsírtalanítóban) igen fontos. Ezen kívül az olajfogyasztás korlátozása érdekében a tandem sori olajnak ki kell elégítenie még egy sor egyéb minőségi követelményt is, úm.:

- Jó kenőképesség, az alacsony olajfogyasztás érdekében.
- Könnyű szeparálhatóság a hidraulika rendszer esetleges elfolyása, vagy a Morgoil csapágyak rendszerének hibája esetén. Ha a szeparálás nem lehetséges, akkor szükség esetén az egész emulziót le kell cserélni.
- Az emulzió stabilitásával, valamint az emulzióban lévő olaj diszpergálódási képességével szemben támasztott követelményeket a tényleges technológiai

paraméterek (hideg redukció, vastagság, hengerlési erők, sebesség, érdesség), valamint a rendelkezésre álló emulzió előkészítő állomás kialakítása határozzák meg.

- Az olaj minőségének ezen túlmenően hosszabb üzemállási idő után is meg kell maradnia (úm. emulzió stabilitása, baktériumok szaporodása...) annak érdekében, hogy ne kelljen az emulziót idő előtt lecserélni.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő olajfogyasztás.
- Csökkenő elhasznált emulzió keletkezés.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

3.2.3.4 Az emulzió minőségének folyamatos figyelése**Ismertetés:**

Az emulzió minőségét egy sor olyan előforduló hiba leronthatja, amit nehéz figyelemmel kísérni: a sav továbbjutása a pácoló sorból, az emulzió hűtővizéből származó szennyeződés, a hidraulika folyadék vagy Morgoil olaj szennyezése, az emulzió tulajdonságainak baktériumok által okozott leromlása, vagy finom vasporral történő telítődése. Ezek a hiányosságok igen gyakran a tandem hengesor emulziójának teljes lecserélését teszik szükségessé. Az emulzió fontos jellemzőinek (úm. olaj koncentráció, pH-érték, szappanosítási mutató, sav töménység, az esetleges szennyező anyagok és vaspór részecskék, stb. koncentrációja) rendszeres vagy ha lehetséges, akkor folyamatos mérése lehetővé teszi az emulzió minőségi rendellenességeinek időbeni észlelését és helyreállítását.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő olaj/emulzió felhasználás.
- Csökkenő mennyiségű elhasznált emulziót kell kezelni és elhelyezni.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

3.2.3.5 Az elszennyeződés megakadályozása**Ismertetés:**

A csővezetékek és tömítések rendszeres ellenőrzése elősegíti az esetleges folyások megakadályozását és ezáltal a hengerlési emulzió elszennyeződését hidraulika folyadékkal vagy Morgoil olajjal.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő emulzió felhasználás.
- Kevesebb mennyiségű szennyvíz igényel kezelést és kerül kibocsátásra.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

3.2.3.6 Optimalizált emulzió/olaj felhasználás

Ismertetés:

Az üzemből kikerülő szalag felületén visszamaradó olaj koncentrációja – ami az olaj fogyasztás legnagyobb részéért felelős – az az utolsó állványban alkalmazott olaj koncentrációjának a függvénye. Tehát az utolsó állványban korlátozni kell az olaj koncentrációját arra a lehető legkisebb szintre, ami még biztosítja a kenést, s ugyanakkor az előző állványokból továbbjutó emulziónak, ahol az olaj koncentrációja magasabb, alacsonyabbnak kell lennie a minimális üzemi koncentrációnak. Az erre irányuló intézkedések (úm. az emulzió pincék szétválasztása, az egyes hengersori állványok leárnyékolása) minden egyes berendezésnél sajátos kialakításúak.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő olaj felhasználás.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

3.2.3.7 Az emulzió tisztítása és újra felhasználása

Ismertetés: - ld. D.3.1 fejezetben.

A hengerállványoktól származó hengerlési emulziókat a hengerekre fecskendezik hűtés, kenés és tisztítás céljából. Ezeknek a hengerlési emulzióknak az elszennyeződését a hengerekre feltapadó részecskék, acél szilánkok, reve és por részecskék okozzák. Manapság az emulzió rendszerek már körforgó megoldásúak, tisztító eszközöket beiktatva az emulzió minőségének fenntartása céljából, ami minimálisra csökkenti a szalag felületi minőségének romlását.

Az emulzióban lévő szennyeződések eltakarítására ülepítő tartályokat, szeparátorokat, szítaszűrőket, mágneses szűrőket, stb. alkalmaznak. A körforgó áramlásnak csak egy kis részét kell kivonni a forgalomból, s azután emulzió bontóban kezelni, és végül eltávolítani.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő mennyiségű új hengerlési emulzióra van szükség.
- Csökkenő szennyvíz mennyiség.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

3.2.3.8 Az elhasznált emulzió kezelése

Ismertetés: - ld. a D.3.2 fejezetben.

Az emulzió körforgási rendszerében a forgalomból kivont mennyiséget az emulzió bontó részlegben mentesítik az olajtól és/vagy szétválasztják olajiszapra és vízre, s a tisztított vizet azután elengedik. A leválasztott olajtartalmú iszapot azután az integrált vasművekben a nagyolvasztókban lehet újra felhasználni.

Az A.4-18 ábrán elektrolitikus eljárással működő emulzió bontóra mutatunk be egy példát.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Csökkenő szennyező kibocsátás a vízbe.

Alkalmazhatóság:

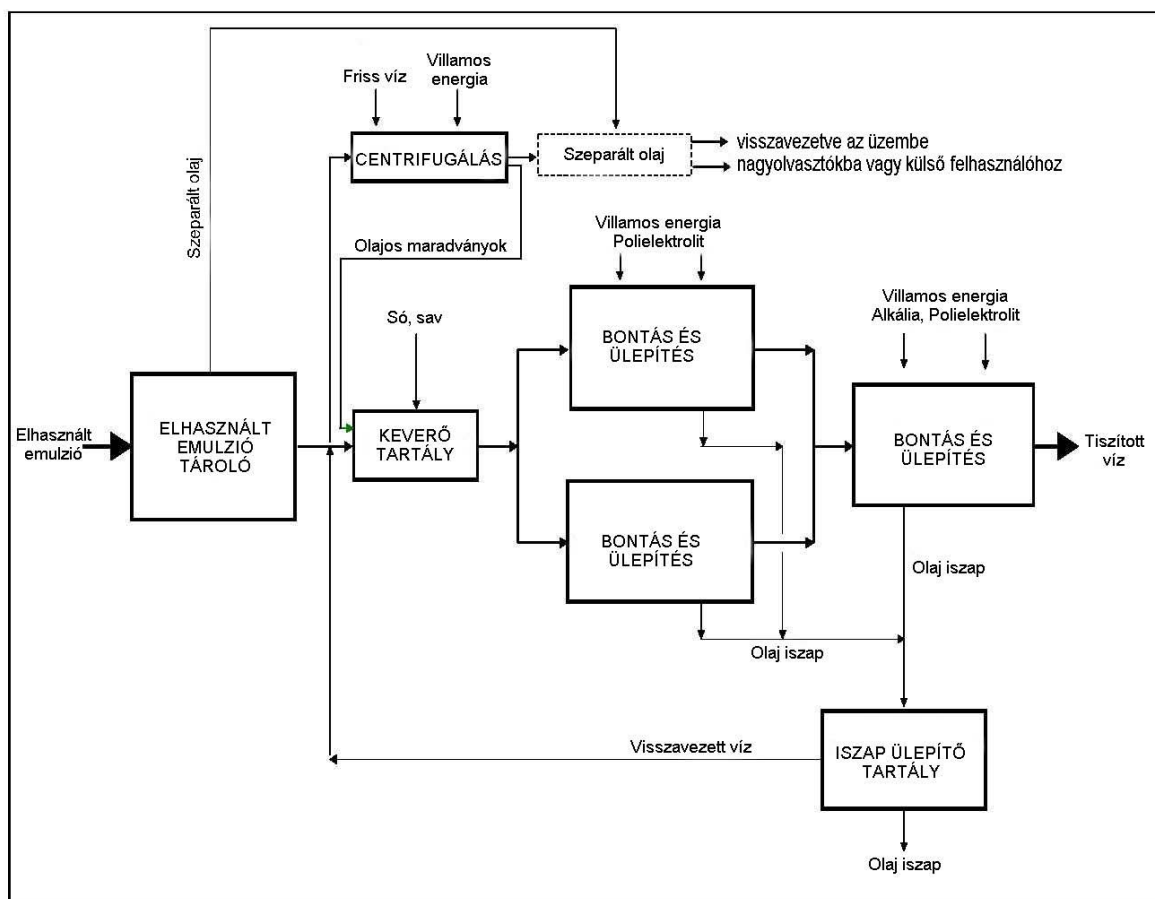
- Új és meglévő üzemekben.

Termikus kezelés:**A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:**

- Magas energia fogyasztás.
- A hulladékgáz kezelésére van szükség.
- Alacsony COD érték a szennyvízben [Woll].

Vegyi kezelés:**A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:**

- Pótlólagos olajtartalmú semlegesítési iszap képződik [Com D].
- Vegyszer fogyasztás. [Woll].
- COD a szennyvízben [Woll].



A.4-18 ábra: Elhasznált emulzió bontó rendszer [EUROFER CR]

Felhasználási/fogyasztási szint				
		Tandem hengercsor		Reverzáló hengercsor
Elhasznált emulzió		5 – 13 kg/t		0,06 m ³ /t
Ipari víz		0,5 – 1 kg/t		kg/t
Só		0,025 – 0,05 kg/t		0,125 (NaCl) kg/t
Polyelektrolit		0,003 – 0,005 kg/t		0,012 kg/t
Al-anódok		0,003 – 0,006 kg/t		0,012 kg/t
Villamos energia		5 – 10 MJ/t		3 – 3,5 MJ/t
Kiviteli/kibocsátási szint				
Tisztított szennyvíz		5 – 13 kg/t		0,06 m ³ /t
Víz (-> a koksizolóba)				
Olajiszap (elhelyezés)		0,1 – 0,3 kg/t		1,9 kg/t
Olajiszap (belső felh.)		2,5 – 3,5 kg/t		
Olaj (+/- 20 % víz, ➔ kohóba)		1,3 – 2 kg/t		
	Koncentráció [mg/l]	Fajlagos kibocsátás	Csökkenés aránya ¹ [%]	Vizsgálat módszere
Leülepíthetők sók	7 – 10	5,8 – 8 E -5	> 90	DIN 34840-9H-9
Σ Szénhidrogének	6 – 18	5,2 18 E -5	> 90	DIN 38409-H18
Kloridok	800 – 1400	6,7 – 10 E -3		DIN 38405-D1
Szulfid	0,004 – 0,4	3,3 – 330 E -8		DIN 38405-D26
NO ₂	8 – 10	8 – 9 E -5		DIN 38405-D19

Pb totál	0,03 – 0,3	2,65 – 27 E -7	> 90	DIN 38406
As totál	0,075 – 0,1	6,2 – 7,5 E -7	> 90	DIN 38406
Zn totál	0,08 – 1,6	6,6 – 132 E -7	> 90	DIN 38406
Ni totál	0,4 – 0,5	3,3 – 4 E -6	> 90	DIN 38406
Cr totál	0,008 – 0,4	6,6 – 2500 E -8	> 90	DIN 38406
Cu totál	0,06 – 0,4	5 – 33 E -7	> 90	DIN 38406
AOX	0,1 – 0,4	8,3 – 32 E -7		DIN 38409-H14
BTX	0,02 – 0,08	1,7 – 6,6 E -7		DIN 38407-F9
Hőmérséklet	28 Co			Hőmérő
pH	7,6			DIN 38405-C5

Megjegyzés:

- Forráshely [EUROFER CR]

- Az adatok heti, térfogatarányos 24 órás mintavételen alapulnak.

A.4-36 táblázat: Elektrolitikus emulzió bontó üzemeltetési adatai

Ultraszűrés:

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Vegyszer adagolás szükségtelen [SIDMAR].
- Nem képződik olajos iszap [SIDMAR].
- Az olaj eltávolítás hatásfoka közel 100 %, a bemenő olajtartalomtól függetlenül [SIDMAR].

Referencia üzem:

- SIDMAR

Gazdaságosság:

- Költséget takarít meg.

3.2.3.9 Az olajköd szennyezés kivonása és olaj szeparálás

Ismertetés:

A hengerállványoktól származó emulzió ködöt elszívás után tisztítás céljából szeparátorokon vezetik át. Felfogó eszközként hangtompító betét és ütközőlapok, vagy szűrőszita betét szolgál, ami kiválasztja az olajat az elszívott levegő áramból, és egyes esetekben még elektrosztatikus leválasztókat is alkalmaznak. A szeparált emulzió azután visszavihető az emulzió rendszerbe.

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- Kevesebb olajköd távozik el, a hatékonyság > 90 %.

Alkalmazhatóság:

- Hengerlésnél és szalag köszörülési műveleteknél.
- Új és meglévő üzemekben.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- A szeparátorokból visszanyert olaj visszavezethető – bár egyes esetekben az emulzió szűrőkből kapott olaj visszavezetése az olaj (baktériumok miatti) rossz minősége miatt lehetetlen [Com HR].

Üzemeltetési adatok:

	Tandem hengesor	Reverzáló hengesor alacsonyan ötvözött a.	Reverzáló hengesor magasan ötvözött a.	
Elszívott emulzió kód szeparálás		Acélszövetes cseppleválasztó	Acélszövetes cseppleválasztó	
Mennyiség [m³/t]	n. a.	175 – 850	3000 – 12000	
Energia [MJ/t] fogyasztás	5 – 10	12 – 13	n. a.	
Elért kibocsátási szintek				
Szennyeződés	Por²	Szénhidro- gének¹	Szénhidrogének	Olaj
Koncentráció [mg/m³]	10–50	5 – 20	10 – 12	10 – 20
Fajlagos kibocsátás [g/t]	96	7	8,4 – 10,1	50 – 80
Csökkenés aránya³ [%]	> 90	> 90	> 90	n. a.

Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR]

¹ Mint szerves karbon, a vizsgálati módszer Umwelt-BA EM-K1, EPA S 008

² Vizsgálati módszer EPA

³ Csökkenés aránya a helyettesítő anyag tömegáramlásán alapul.

A.4-37 táblázat: Hengesorok emulzió kód szeparálásának elérhető kibocsátási szintjei

3.2.3.10 Hűtővíz ciklusok / különleges hűtővíz rendszerek

Ismertetés:

A hideghengerlés során képződött hőt a lemezes hőcserélők rendszerint átadják a körforgó hűtővíz rendszernek. Ebből a rendszerből azután a vizet a fogyasztás minimalizálása érdekében visszavezethetik, miután hőtartalmát hűtőtornyokban elpárologtatással a szabadba kibocsátják vagy másodlagos hűtőkörökön keresztül elvezetik.

Különleges hűtővíz rendszer:

Minimálisra csökkenthető a hűtővíz olajos elszennyeződése.

A hűtővíz újra felhasználása:

Természetes erőforrás és energia megtakarítás a hűtővíz tisztító rendszerben.

Üzemeltetési adatok:

Hűtővíz rendszer

Beviteli/fogyasztási szint	
Hűtővíz (visszakeringtetve)	8400 m ³ /t
Folyóvíz	7000 m ³ /t
Lágy víz ¹	2,5 E -4 m ³ /t
NaOH	1,25 E -8 m ³ /t
Inhibitor	2,5 E -7 m ³ /t
Energia:	
Villamos	0,004 GJ/t
Kalorikus	0,282 GJ/t

Kiviteli/kibocsátási szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Hűtővíz (visszakeringtetve)	8400 m ³ /t	
Szennyvíz (rendszer elfolyó vize)	2,5 E-4 m ³ /t	
Ülepíthető szilárd anyagok (mennyisége)	2 – 5 ml/l	
Szénhidrogének (olaj, zsír)	2 – 5 mg/l	0,5 – 1,25 mg/t
Kloridok	50 mg/l	12,5 mg/t
Fe totál	2 mg/l	0,5 mg/t
Hőmérséklet	35 C°	
pH	6,5 – 9,5	
Villamos konduktivitás (vez. kép.)	1,1 mS/cm	
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CR] Az adatok heti, térfogatarányos 24 órás mintavételen alapulnak.		
¹ Csak a rendszer leengedése esetén.		
² A tandem hengersorból a hűtővízzel elvont energia.		

A.4-38 táblázat: A tandem hengersor hűtővíz rendszerének fogyasztási és kibocsátási szintjei

3.2.4 Hőkezelés

3.2.4.1 Többlépcsős zsírtalanító fürdő alkalmazása

➔ Nem kaptunk róla leírást és műszaki tájékoztatást.

3.2.4.2 Forróvíz előzsírtalanítás

➔ Nem kaptunk róla leírást és műszaki tájékoztatást.

3.2.4.3 A zsírtalanító oldat tisztítása és újra felhasználása

Ismertetés: ld. a D.4.3 fejezetben.

A magas olajtartalom a zsírtalanító oldatot használhatatlanná teszi, ezért tisztítással kell a fürdő élettartamát meghosszabbítani. A zsírtalanító fürdő tisztításának és az élettartam

meghosszabbításának a módszerei: mágneses szeparátorok alkalmazása a vasrészecskék és olaj keverékének eltávolítására.

Mechanikus tisztítás

Az acél felületéről eltávolított zsírtalanító szereknek az olajjal/zsírral alkotott emulziói rendszerint nem stabilak, s ezért bizonyos idő után felúsznak a fürdő felületére. Ezek lehúzókkal eltávolíthatók. A szuszpendált részecskéket ülepítéssel távolítják el gravitációs leválasztókban. A mechanikai tisztítás a zsírtalanító fürdők élettartamát 2 ... 4-szeresére tudja meghosszabbítani.

A felületaktív szerek és olaj adszorpciója (kicsapatás, majd szűrés)

Ultraszűrés

Főbb elért környezetvédelmi előnyök:

- A vegyszer felhasználás az új lúgos fürdőknél drasztikusan csökkenthető.
- Csökkenő mennyiségű szennyvíz kezelés és elengedés.

Alkalmazhatóság:

- Új és meglévő üzemekben.

A felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatása:

- Olaj és zsírok jelentkeznek hulladékként a zsírtalanító oldatok tisztításánál. Ez a hulladék felhasználható energia visszanyerésre, vagy pedig elégetés útján ártalmatlanítható.

Üzemeltetési adatok:

Az A.4-39 táblázatban olyan folyamatos hőkezelő sor zsírtalanító oldat ciklusának be-/kiviteli és elfolyó szennyvíz adatait mutatjuk be, melynek a fenntartását ultraszűrős tisztítással oldották meg.

4 A MELEG- ÉS HIDEGALAKÍTÁS ELT ELJÁRÁSAI

Az ebben a fejezetben foglaltak jobb megértése érdekében a figyelmükbe ajánljuk ennek a dokumentumnak az előszavában, nevezetesen annak 5. „Hogyan értelmezzük és használjuk fel az ebben a dokumentumban foglaltakat” c. fejezet tartalmát. Az ebben a fejezetben ismertetett eljárásokat, valamint azok kibocsátási és/vagy fogyasztási szintjeit vagy szintérték tartományait iterációs módszerrel értékeltük ki, az alábbi lépéseket alkalmazva:

- A meleg- és hidegalakítás kulcsfontosságú környezeti tényezőinek megállapítása. A vasfém feldolgozó ipari szektornak ezt a részét képező feldolgozási lépcsők szerteágazó volta azt jelenti, hogy szinte mindenféle közeget érint. A legfontosabb tényezők közé tartozik a kemencék által kibocsátott (különösen NOx) légszennyezés; a kemencék energia fogyasztása, az olaj és szilárd anyag tartalmú szennyvizek, a savas hulladékok és szennyvizek; sav- és olajtartalmú gázok kibocsátása a levegőbe, és olajtartalmú hulladékok.
- Az ezeknek a kulcsfontosságú tényezőknek a legrelevánsabb vizsgálati eljárásai.
- A környezet kímélése szempontjából legjobb teljesítményszintek megállapítása az Európai Unió országaiból és világszerte rendelkezésre álló adatok alapján.
- Azoknak a feltételeknek a megállapítása, amelyek mellett ezek a teljesítményszintek elérhetők; ún. költségek, a felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai, az alkalmazás motiváló tényezői.
- Az ELT eljárások kiválasztása és az általuk elért kibocsátási és/vagy fogyasztási szintek megállapítása erre a szektorra általános értelemben – az EU irányelveinek 2(11) cikkelyének és IV. függelékének megfelelően.

Az Európai IPPC Iroda és az illetékes Műszaki Munkacsoport (MMCs) szakértőinek véleménye kulcsszerepet játszott ezeknek a lépcsőknek a meghatározásánál minden egyes esetben, valamint az itt közölt információ összeállításánál is.

A felmérés alapján az eljárásokat – és amennyire lehetséges az ELT eljárások alkalmazásával kapcsolatosan elérhető kibocsátási és fogyasztási szinteket is – úgy mutatjuk be ebben a fejezetben, mint amelyeket a szektor egészére nézve megfelelőnek tartunk, és amelyek számos esetben a jelenlegi gyakorlatot képezik a szektoron belüli egyes üzemek berendezéseinél. Ahol az „elérhető legjobb technológiai eljárással kapcsolatos” kibocsátási vagy fogyasztási szinteket mutatjuk be, ott ezeket úgy kell érteni, mint az adott szektorban az ezen eljárások alkalmazásának eredményeképpen elérhető környezeti szinteket, az ELT eljárás definíciójában foglalt költségek és előnyök egyensúlyát szem előtt tartva. Ugyanakkor ezek úgy a kibocsátás, mint a fogyasztás tekintetében nem számítanak határértéknek és nem is szabad azokat így értelmezni. Egyes esetekben műszakilag még jobb fogyasztási és kibocsátási szintek is elérhetők, de az ezzel járó költségek vagy a többi közegre gyakorolt hatásuk figyelembevételével mégsem tekintjük azokat a szektor egészére nézve ELT eljárásnak. Ezek a szintek ugyanakkor mégis indokoltak lehetnek egyes olyan különleges esetekben, ahol azoknak megvan a sajátos motiváló tényezője.

Az ELT eljárások alkalmazásával kapcsolatos kibocsátási és fogyasztási szinteket együttesen kell figyelembe venni az összes lehetséges referencia feltétellel (pl. időszakok átlagolásával).

Az „ELT eljárásokkal kapcsolatos szintek” koncepciója eltér az „elérhető szint” fogalmától, amit ebben a dokumentumban más helyen említünk. Ahol valamely ismertetett szintet „elérhetőnek” tekintünk valamely szóban forgó eljárásnál, vagy azzal összefüggésben, ott ezt úgy kell érteni, hogy az adott szint várhatóan elérhető huzamosabb időtartamú üzemelés során, jól karbantartott és üzemeltetett berendezéssel vagy technológiai folyamattal, amely az adott eljárást alkalmazza.

Ahol rendelkezésre áll, ott közöltük az ismertetett eljárással járó költségeket is az előző fejezetben. Ezek megközelítőleg képet adnak az alkalmazással járó költségek nagyságrendjéről. Az eljárás alkalmazásával járó költségek azonban a szóban forgó berendezés telepítési helyétől függően nagy mértékben változók lehetnek – pl. az adók, illetékek és a berendezés műszaki jellemzőinek a függvényében. Ebben a dokumentumban lehetetlen ilyen, az adott helytől függő tényezőket érdemlegesen kiértékelni. Ráadásul a pontos költségadatok hiányában az illető eljárás gazdaságos kivitelezhetőségéről nem is lehet pontos képet alkotni – csak a meglévő berendezés megfigyelése alapján.

A szándékunk az, hogy az ebben a fejezetben általánosan ismertetett ELT eljárás olyan referencia pont lehet, amelyhez viszonyítva meg lehet becsülni valamely meglévő berendezés jelenlegi teljesítményadatait, vagy pedig javaslatot lehet elbírálni új berendezés telepítésére vonatkozóan. Ilyen módon ez segítséget nyújthat a megfelelő „ELT alapú” eljárás feltételeinek megállapításánál az adott berendezésre vonatkozóan – vagy pedig az általános kötelező szabályok kidolgozásánál a 9(8) cikkely értelmében. Úgy véljük, hogy az új berendezések tervezésénél az ismertetett ELT eljárások általános szintértékei teljesíthetők, vagy akár felül is múlhatók. Ugyanakkor azt is reálisnak tartjuk, hogy a jelenlegi berendezések fejlődése az általános ELT eljárások szintjének irányába fejlődhet, vagy azokat felül is múlhatja – minden egyes esetben az adott eljárások műszaki és gazdaságossági alkalmazhatóságától függően.

Bár ebben az ELT eljárásokat ismertető dokumentumban nem állapítunk meg törvényesen kötelező szabványokat, azért azt irányadó tájékoztatásnak szánjuk az egész ipar, a tagállamok és a nyilvánosság számára is, az elérhető kibocsátási és fogyasztási szinteket illetően. Az ennek megfelelő határértékeket minden egyes konkrét esetben külön meg kell állapítani – figyelembe véve az IPPC Irányelveit, és a sajátos helyi szempontokat is.

Ebben a fejezetben ismertetjük azokat az elérhető legjobb technológiai eljárásokat, amelyek a meleg- és hidegalakítás által okozott környezeti károsító hatások csökkentését célozzák. Ahol lehetséges, ott a szerkezeti felépítés követi a gyártósor logikai sorrendjét, megállapítva az ELT eljárást minden egyes folyamati szakaszra, ill. lépcsőre vonatkozóan. Ugyanakkor azonban egyes megoldások – különösen az elsődleges vagy megelőző intézkedések – nem kapcsolhatók egyetlen technológiai lépcsőhöz, ezért az üzem egészéhez lehet csak hozzárendelni azokat. Amennyire lehetséges – és ahol azt a rendelkezésre álló adatok lehetővé teszik – ott kibocsátási szint értékeket, hatékonysági vagy visszavezetési arányokat úgy adjuk meg, mint a tökéletesítés mutatószámát, amely az adott eljárás alkalmazásával elérhető. Számos eljárásnál azonban a nyilvánvaló pozitív hatás nem írható le pontos számadattal, ezeknek az eljárásoknak némelyikét ettől függetlenül mégis ELT eljárások közé soroltuk.

Egyéb megjegyzés hiányában az itt bemutatott kibocsátási számadatok az ELT eljárásokat ismertető további fejezetekben napi középértékeket jelentenek. A légszennyezési adatok 273 K hőmérsékleten és 101,3 kPa légnyomáson és száraz gáz szabványos feltételezésén alapulnak.

A feltüntetett vízkibocsátások napi középértékek, 24 órás mennyiségi alapú összetett mintavétel mellett, vagy pedig áramlási mennyiségre vonatkoztatott összetett mintán, amelyet a tényleges üzemeltetési időre vonatkoztatnak (a nem három műszakban működő üzemeknél).

4.1 Meleghengermű

A **nyers- és segédanyagok tárolására és kezelésére** vonatkozóan az alábbi eljárásokat tekintjük az ELT körébe tartozónak:

- A szivárgások és elfolyások felfogása megfelelő eszközökkel – pl. gyűjtő medencékkel és elvezető csatornákkal.
- Az elszennyeződött elfolyó vizekből az olaj kiválasztása, és a kiválasztott olaj újrahasznosítása.
- A szeparált (olajmentesített) víz kezelése a víztisztító műben.

A **betét felületi előkészítése és kondicionálása** által okozott környezeti szennyezések csökkentésének általában az a legjobb módja, ha nem is merül fel ezeknek a műveleteknek a szükségessége. Tehát az ELT eljárások körébe soroljuk azokat a fejlesztési megoldásokat, amelyekkel a FAM termékek felületi minőségét oly módon javítják meg, hogy az minimálisra csökkenti a későbbi felületi előkészítés igényét.

Ezen túlmenően az alábbi megoldásokat soroljuk az ELT eljárások körébe a betétanyag felületi előkészítésénél és kondicionálásánál.

A gépi lánghántolásnál:

- Védőburkolatok alkalmazása a lánghántoló gép körül, s a por leválasztása zsákos szűrőkkel.
- Abban ugyan megegyezés született, hogy ez az eljárás az ELT körébe tartozik, de az ezzel kapcsolatos kibocsátási szintet illetően a munkacsoport véleménye már megoszlott. Míg az egyik üzem 5 ... 10 mg/m³ közötti porkibocsátási értékről számolt be, addig egyes tagállamok azzal érveltek (anélkül azonban, hogy ezt a típusú berendezést számadatokkal is alátámasztották volna), hogy a zsákos szűrőkkel általában még 5 mg/Nm³ alatti érték is elérhető – és ilyen formán ez az a szintérték, amelyet az ELT szintjének kellene tekinteni. Mások viszont a < 20 mg/Nm³ alatti értéket tartották elfogadhatónak.

- Elektrosztatikus porleválasztó alkalmazása olyan esetekben, ahol a nagy nedvesség tartalmú füst miatt zsákos szűrő nem alkalmazható. Erre vonatkozóan nem kaptunk megfelelő kibocsátási adatokat az egyes üzemekről, de a beszámolókból szereplő jelenlegi kibocsátási szintek $< 20 \text{ mg/Nm}^3$ alatti értéktől egészen $20 \dots 115 \text{ mg/m}^3$ értékig terjednek. A MMCs tagjai által szolgáltatott információ alapján az általánosan elérhető por kibocsátási szint az elektrosztatikus porleválasztóknál a VFI szektorban alkalmazott oxid- és porleválasztó berendezések esetében $15 \dots 20 \text{ mg/Nm}^3$ közötti porszintet mutattak, s ezt javasolták elfogadásra az EIPPCB-nek. Az ipari NGO-n keresztül intervenciót kezdeményeztek, hogy az ELT szintjeként $20 \dots 50 \text{ mg/m}^3$ értéket állapítsanak meg; míg a tagállamok szóvá tették, hogy az elektrosztatikus porleválasztókkal általában elérhető szint $< 10 \text{ mg/N}^3$ – és hogy ezt kellene az ELT elfogadott kibocsátási szintjének tekinteni. Így azután a MMCs képtelen volt az ELT elfogadott szintjét illetően közös megállapodásra jutni, csupán megosztott álláspontjukat rögzíthették.
- A lánghántolás során keletkező reve/vaspor elkülönített kiválasztása. Az olajmentes revét külön kell kezelni az olajos sori revétől, hogy könnyebben felhasználható legyen a kohászati technológiai folyamatokban.

A köszörlésnél:

- Elszívó burkolatok és gépi köszörlő kamrák alkalmazása elszívó burával felszerelve a kézi köszörléshez, s azután porleválasztó alkalmazása zsákos szűrővel az elszívó berendezés után.
- A MMCs tagjai egyetértettek abban, hogy ezek az eljárások az ELT körébe tartoznak – de nem sikerült megegyezésre jutniuk az ehhez tartozó kibocsátási szintet illetően. A különböző forrásokból származó kibocsátási adatok azt mutatták, hogy a köszörlési porkibocsátás valahol $1 \dots 100 \text{ mg/m}^3$ között van. Az ipar által szolgáltatott adatok alapján a zsákos szűrők alkalmazásával elért porkibocsátás $< 30 \text{ mg/Nm}^3$ és – különböző szűrőtípusoknál $20 \dots 100 \text{ mg/Nm}^3$ közötti lehet. A kibocsátási szintekről kapott beszámolókból – valamint a MMCs tagjai által adott tájékoztatásból – megállapítható adatok jobbik tartományát alapul véve a VFI szektorban az ELT alkalmazásával elérhető oxid- és poreltávolítás elfogadott szintjére $< 20 \text{ mg/Nm}^3$ értéket javasoltak. Egyes tagállamok ezt ellenezték, mondván, hogy (az igen korlátozott adatok alapján) a zsákos szűrőkkel általában 5 mg/Nm^3 alatti értékeket is elértek, és hogy ezt kellene az ELT elfogadott szintjének tekinteni.

Ezen kívül minden felület előkészítő eljárásra vonatkozóan:

- Az összes felületkezelő eljárásból származó szennyvíz kezelése és újra felhasználása (a szilárd anyagok leválasztása).
- A reve, vasreszelék és por belső visszavezetése vagy értékesítés újrahasznosításra.

Az újrahevítő és hőkezelő kemencékből származó kibocsátott levegő alapvetően NO_x , SO_2 és por tartalmú. A porra vonatkozóan nem alkalmaznak a fajlagosan megállapított leválasztási értéket. Általában véve a por kibocsátási szintje $4 \dots 20 \text{ mg/Nm}^3$ között van, de még $2,2 \text{ mg/Nm}^3$ értékről is kaptunk jelentést.

Az újrahevítő és hőkezelő kemencék légszennyezésének – különösen az NO_x – csökkentésére, valamint az energia fogyasztásra vonatkozóan az A.4.1.3.1 fejezetben foglaltakat kellene általában véve a tervezés stádiumában figyelembe venni. Különös figyelmet kell szentelni az energia hatékony felhasználásának és a hulladékhő visszanyerésének – pl. megfelelő kemence hőszigetelés, csúszósín hőszigetelés, megfelelő rekuperációs zóna, stb. alkalmazása által –, valamint a légszennyezés csökkentésének, pl. megfelelő égő kiválasztás és elhelyezés útján.

Ezen kívül az újrahevítő és hőkezelő kemencéknél ELT eljárásként az alábbi megoldások is figyelembe vehetők meglévő berendezéseknél alkalmazva:

- A felesleges levegő- és hőveszteségek kiküszöbölése a betöltés ideje alatt megfelelő üzemeltetési intézkedések útján (úm. minimális ajtó nyitva tartási idő a betöltéskor) – vagy pedig szerkezeti módosítással (jobb zárást biztosító többszegmenses ajtók beépítése).
- A fűtőanyag gondos megválasztása (egyes esetekben pl. kamragáz, amelynél azonban kántelenítés szükséges) és olyan kemence automatika bevezetése, amellyel optimalizálják a tüzelési feltételeket a kemencében. Az alkalmazott fűtőanyagtól függően az ELT eljárás alkalmazásával az alábbi SO₂ szintek érhetők el:

○ földgáznál	$< 100 \text{ mg/Nm}^3$
○ minden többi gáznál és gázkeveréknél	$< 400 \text{ mg/Nm}^3$
○ fűtőolajnál ($< 1 \text{ \% S}$ mellett)	max. 1700 mg/Nm^3 -ig

Megoszlottak a vélemények az MMCs tagjai között atekintetben, hogy a fűtőolaj $< 1 \text{ \%}$ kántartalom határértéke ELT előírásnak tekinthető-e. Egyes szakértők szerint ez a határérték kielégíti az ELT feltételeit, míg mások annak a véleményüknek adtak hangot, hogy az ebből eredő $1700 \text{ mg SO}_2/\text{Nm}^3$ értékig terjedő szennyezés már nem tekinthető ilyen elfogadható szintnek. Szerintük vagy alacsonyabb S tartalom, vagy pedig kiegészítő SO₂ csökkentési intézkedések alkalmazása szükséges az ELT eljárás meghatározásához.

- A szennyezett távozó gázok hőtartalmának visszanyerése –
 - a bevitt betétanyag előmelegítésével
 - regeneratív vagy rekuperatív égők alkalmazásával
 - hulladékhő hasznosító kazán vagy elpárologtató csúszósín hűtés útján (ahol szükség van gőzre)

A regeneratív égők alkalmazásával 40 ... 50 % energia megtakarítás érhető el, s a kapott NO_x csökkentési adatok 50 %-ig terjednek. A rekuperátorokkal vagy rekuperatív égők alkalmazásával elért energia megtakarítás kb. 25 %, s az NO_x csökkentés lehetőségéről kapott adatok – a hagyományos égőkkel összehasonlítva – kb. 65 %-os szintet mutatnak. Meg kell jegyezni azonban, hogy az NO_x csökkentési megoldások hatékonyságának kiértékelésénél fontos szem előtt tartani a fajlagos kibocsátási szinteket is, nem csak az elért koncentrációt. Egyes esetekben az NO_x koncentrációja magasabb, de a kibocsátott NO_x mennyisége ugyanakkor azonos vagy még alacsonyabb is lehet. Sajnálatos módon a jelenlegi NO_x koncentrációkról és fajlagos NO_x kibocsátásokról rendelkezésre álló adatok igen korlátozottak.

Az újrahevítő kemencék az üzemindítás és -leállítás körülményei között nem üzemelnek stabilan; ezekben az időszakokban tehát a kibocsátási szintek is magasabbak lehetnek.

- A levegő előmelegítési hőmérséklet korlátozása
- Az égési levegő előmelegítéssel üzemelő újrahevítő kemencék esetében magasabb NO_x koncentrációk jöhetnek létre. A levegő előmelegítéssel kapcsolatban az NO_x koncentrációról csak nagyon korlátozott mértékben kaptunk adatokat. Az alábbi adatok – melyeket Nagy-Britanniából származó beszámolókból kaptunk – olyan NO_x kibocsátási szinteket tartalmaznak, amelyek magasabb levegő előmelegítési hőmérsékletre vonatkozhatnak (ld. D.2.2 fejezetben is):

Levegő előmelegítési hőmérséklet [C°]	NO _x [mg/Nm ³] ⁶
100 – 200	< 400
300	max. 450
400	max. 600
500	max. 800
700	max. 1500
800	max. 2300
900	max. 3500
1000	max. 5300

Az előmelegítési hőmérséklet növekedésével az NO_x koncentráció jelentős növekedése elkerülhetetlen. Tehát az előmelegítési hőmérséklet korlátozása tekinthető az NO_x egyik csökkentési lehetőségének. Itt azonban meg kell találni az ésszerű egyensúlyt az energia fogyasztás, valamint az SO₂, CO₂ és CO kibocsátás csökkentése által kínált előnyök, továbbá az NO_x kibocsátás esetleg előforduló növekedésével járó hátrány között.

A további NO_x csökkentési megoldásokra vonatkozóan az újrahevítő kemencéknél az SCR és SNCR eljárás alkalmazásáról csak az elemzési munka nagyon előrehaladott stádiumában kaptunk tájékoztatást. Megállapítást nyert, hogy az egyik üzem a léptetőgerendás kemencéjénél SCR eljárást alkalmazva 300 mg/Nm³ alatti szintet ért el, kb. 80 %-os csökkenési aránnyal, míg a másik üzem SNCR berendezést telepítve a léptetőgerendás újrahevítő kemencéje után 205 mg/Nm³ (~ 70 % csökkenési arány) és 172 mg/Nm³ (~ 30 % csökkenési arány) NO_x szintet ért el, 5 mg/Nm³ ammóniaveszteséggel.

Ezeknek a tájékoztató adatoknak az alapján az MMCs egyes tagjai szerint ezek az eljárások ELT-nek tekinthetők a szektor egészére nézve; míg más tagok szerint a műszaki részletekről és gazdaságosságról rendelkezésre álló szűkös információ elégtelen a végső döntés meghozatalához atekin-tetben, hogy az SCR vagy SNCR tekinthető-e inkább ELT eljárásnak, s ilyen formán a munkacsoport csak a tagok eltérő véleményét tudta rögzíteni.

Továbbá az energia szükséglet minimalizálását célzó megoldások közül az alábbiak tekinthetők ELT eljárásnak:

- A közbenső termékek hőveszteségének csökkentése; a tárolási idő csökkentése és a lapos bugák/blokk bugák hőszigetelése útján (hővisszatartó szekrény vagy hővédő pajzs alkalmazásával), a gyártósor elrendezésétől függően.
- A logisztika és a közbenső tárolás olyan módosításával, amely lehetővé teszi a meleg betét legnagyobb arányú alkalmazását, a közvetlen betét beadagolást vagy közvetlen hengerlést (ennek maximális aránya a gyártó berendezés kialakításától és a termék minőségétől függ).

Új üzemeknél a közel kész méretre öntés és a vékony lapos buga öntés tekinthető ELT eljárásnak, amennyiben az adott termék hengerlése megoldható ezzel az eljárással. Jelenleg már a forgalomban lévő minőségek széles választékát gyártják ezzel a módszerrel – és további gyors fejlődés van folyamatban. Tehát az A.4.1.3.16 fejezetben közölt felsorolás egyáltalán nem tekinthető véglegesnek.

A víz és energia fogyasztás csökkentését illetően az anyagkövetés tekinthető ELT eljárásnak a **revélténítésnél**.

A FAM bugák vagy közbenső termékek hőtartalmának jelentős mennyisége elvész a szállítás és tárolás során. Az előnyújtó és a készsor közötti **hengerelt anyag szállítás** nem kívánatos energia veszteségének a csökkentése céljából coilbox vagy tekercs hőntartó kemencék és hővédő pajzsok alkalmazásával lehet csökkenteni, ami az előlemezek ELT eljárásának tekinthető, bár itt figyelembe kell venni a (belehengerelt reve által okozott) felületi hibák veszélyét, valamint a felgömbült előlemez végek által okozott esetleges rongálódásokat, amit a hővisszatartó pajzsok alkalmazásánál tapasztaltak. A coilbox használata is előidézheti a felületi hibák megnövekedését.

A **készori hengerlés** során szállópor szennyezés lép fel. Ennek a szennyezésnek a kiküszöbölésére 2 eljárást jelöltek meg ELT-ként:

- Vízfecskendezéses por-elnyelés, amelyet a szennyvíz tisztítása követ, ahol a szilárd (vasoxid) részecskék leválasztása megtörténik, a vastartalom további újra felhasználása céljából.
- Elszívó rendszerek alkalmazása az elszívott levegő zsákszűrős porleválasztásával és a leválasztott por visszaforgatásával a technológiai folyamat megfelelő pontján. Az erről kapott jelenlegi porkibocsátási szint $2 \dots 50 \text{ mg/Nm}^3$ között van. Figyelembe véve a beszámolókból kapott jobb kibocsátási tartományt és az MMCs tagjai által szolgáltatott adatokat a zsákos szűrőkkel⁷ általában elérhető porkibocsátási szintről a VFI szektorban, az ELT elfogadható szintjére $< 20 \text{ mg/Nm}^3$ értéket javasoltak. Egyes tagállamok ezt ellenezték – arra hivatkozva (bár adatokkal alá nem támasztva), hogy a zsákos szűrőkkel általában 5 mg/Nm^3 alatti értékek érhetők el, és hogy ez nem tekinthető az ELT elfogadható szintjének. Az MMCs ily módon képtelen volt megegyezésre jutni az ELT elfogadott szintjére vonatkozóan, s csak az eltérő álláspontjaikat tudták rögzíteni.

A csőgyártó sorok esetében a csőhengerlő állványoknál keletkező szállópor felfogására alkalmazott elszívó burák és zsákos szűrők – az alacsony hengerlési sebesség és az ebből eredő alacsony szennyező kibocsátás folytán – nem tekinthető ELT eljárásnak.

Az **egyengető és hegesztő berendezések** szállópor kibocsátására elszívó burák és zsákos porleválasztó szűrők alkalmazását tekintették ELT eljárásnak. Erről nem áll rendelkezésre szennyező anyag kibocsátási adat, de a zsákos porleválasztókkal (ld. fent) elérhető értékek alapján általános megközelítésként a $< 20 \text{ mg/Nm}^3$ porkibocsátási szintet javasolták ELT eljárásnak figyelembe venni. Egyes tagállamok annak a véleményüknek adtak hangot (bár adatokkal nem támasztották alá), hogy a zsákos szűrőkkel általában 5 mg/Nm^3 alatti portartalmat érnek el, és hogy ezt kellene ELT eljárásnak figyelembe venni. Az MMCs ily módon képtelen volt közös megegyezésre jutni ennek az ELT eljárásnak a meghatározásában, és csak az eltérő álláspontjaikat tudták rögzíteni.

A **henger előkészítő üzemek** üzemeltetési és karbantartási ELT eljárásai:

- Vizes alapú zsírtalanítás alkalmazása, amennyire csak ez műszakilag elfogadható az előírt tisztaság szempontjából.
- Ha mégis szerves oldószereket kell alkalmazni, akkor a nem klórozott oldószereket kell előnyben részesíteni.
- A hengerek tengelycsapjairól eltávolított zsír összegyűjtése és megfelelő ártalmatlanítása – pl. elégetés útján.
- A köszörülési iszap leválasztása mágneses szeparátorral a fémrészecskék visszanyerése céljából, melyeket azután visszajuttatnak az acélgyártási folyamatba.
- Az olaj- és zsírtartalmú szennyező anyag ártalmatlanítása elégetéssel [Com D].
- A köszörűkövek morzsalékának és az elkopott köszörűköveknek az elhelyezése feltöltéssel.
- A hűtőfolyadékok és szerszámkenő emulziók kezelése az olaj/víz szeparálása útján. Ezután a visszamaradó olajos anyag megfelelő ártalmatlanítása, pl. elégetéssel.
- A hűtésből és zsírtalanításból, valamint a meleghenger sori emulzió szeparálásából származó szennyvizek kezelése a szennyvíz tisztítóban.
- Az acél és öntvény forgácsok visszavitele az acélgyártási folyamatba.
- Az elkopott és többé már felújításra alkalmatlan hengerek felhasználása ócskavasként az acélgyártásnál, vagy visszaadása a gyártó cégeknek.

A **hűtésre** (gépeknél, stb.) **szolgáló víz** alkalmazásának ELT eljárása az elkülönített zárt láncú hűtővíz rendszer.

A meleghengerlés nagy mennyiségű reve- és olajtartalmú technológiai szennyvizet bocsát ki. Itt a fogyasztás és kibocsátás minimalizálását szolgáló zárt, $> 95 \%$ recirkulációs arányú megoldás tekinthető ELT eljárásnak.

Ennek a technológiai víznek a kezelésére és az ezekből a rendszerekből kilépő szennyezésnek a csökkentésére vonatkozóan az A.4.1.12.2 fejezetben mutatunk be példákat, vagy az egyes kezelőegységek más kombinációjára (amint az a D.10.1 fejezetben található) – s ezeket

tekintjük ELT eljárásnak. Az ELT eljárásokhoz tartozó szennyvíz kezelési kibocsátási szintek a következők:

SS:	< 20 mg/l	
Olaj:	< 5 mg/l	(olaj, véletlenszerű mérések alapján)
Fe:	< 10 mg/l	
Cr _{össz} :	< 0,2 mg/l	(rozsdamentes acéloknál < 0,5 mg/l)
Ni:	< 0,2 mg/l	(rozsdamentes acéloknál < 0,5 mg/l)
Zn:	< 2 mg/l	

A csőgyárak szennyvizének mennyiségét és szennyezési értékeit illetően eléggé hasonló a kép a megleghenger soréhoz, ezért az a vélemény alakult ki, hogy erre is azonos eljárások és szintek tekinthetők az ELT körébe tartozónak.

A vízkezelés során leválasztott sori reve visszavitele és újra felhasználása a kohászati technológiai folyamatban elfogadott ELT eljárás. Ennek megoldási módszereit az A.4.1.13.2 fejezetben közöltük. Az olajtartalomtól függően itt kiegészítő kezelés válhat szükségessé. Minden összegyűjtött olajos hulladékot/iszapot vízteleníteni kell a megfelelő elégetés vagy biztonságos ártalmatlanítás érdekében.

A víz szénhidrogén szennyezésének megakadályozására az egész üzemben az alábbi eljárásokat állapították meg és tekintik ELT eljárásnak:

- A tömítések és csatlakozások, szivattyúk és csővezetékek rendszeres ellenőrzése és megelőző karbantartása.
- Olyan korszerű munka- és támhenger csapágak és csapágytömítések alkalmazása, amelyek jelzik a kenőolaj vezetékek szivárgását (pl. hidrosztatikus csapágyak). Ez akár 50 ... 70 %-kal is csökkentheti az olajfogyasztást.
- A különböző fogyasztóknál (hidraulikus aggregátoknál) elfolyó szennyezett vizek összegyűjtése és kezelése az olaj frakció kiválasztása és felhasználása elégetésre – pl. a nagyolvasztóba injektálva. A szeparált víz azután további feldolgozásra bocsátható a szennyvíz tisztítóban, vagy vízelőkészítő műben, ultraszűrés vagy vákuumos elpárologtatás útján.

4.2 Hideghengermű

A pácoló sorok bemenetén elhelyezett meleg szalag **lecsévéelő** működése során port bocsát ki. Ennek a szennyezésnek a csökkentésére 2 eljárást soroltak az ELT körébe:

- Vízfüggöny alkalmazása, s azután az elfolyó szennyvíz kezelése, aholis annak szilárd anyag tartalmát leválasztják és összegyűjtik a vastartalom újrahasznosítása céljából.
- Elszívó rendszerek alkalmazása zsákos porleválasztóval, s a leválasztott por technológiai folyamatba történő visszavitelével.

A lecsévéelésről nem kaptunk kibocsátási adatokat, de általában véve a zsákos szűrőkről rendelkezésre álló (fentebb közölt) ismeretek alapján az ELT eljárás elfogadott porkibocsátási szintjére $< 20 \text{ mg/Nm}^3$ értéket javasoltak. Egyes tagállamok annak a nézetüknek adtak hangot (bár adatokkal ezt támasztották ezt alá), hogy a zsákos szűrőkkel általában még 5 mg/N^3 alatti szint is elérhető, és hogy ezt kellene ELT szintként figyelembe venni. Az MMCs ily módon képtelen volt közös megegyezésre jutni ezen ELT elfogadott szintjére vonatkozóan, s csak az eltérő álláspontokat tudták rögzíteni.

A pácolás káros környezeti hatásainak csökkentésére alkalmazott általános megoldások arra irányulnak, hogy csökkentsék a sav fogyasztást és a hulladék sav képződés mennyiségét, amint azt az A.4.2.2.1 fejezetben ismertettük, amennyire csak lehetséges, és ezt mindjárt a tervezés stádiumában tartsák szem előtt, különösen az alábbi ELT körébe sorolt eljárásokat alkalmazva:

- Az acél korróziójának megakadályozása megfelelő tárolás és kezelés, hűtés, stb. útján.
- Mechanikus előrevétlenítés alkalmazása a pácolási lépcső terhelésének csökkentése céljából. Ha mechanikai revétlenítést alkalmaznak, akkor a zárt folyamatú egység tekinthető ELT-nek, elszívó rendszerrel és zsákos szűrővel kiegészítve.
- A sörétszórásról kapott adatok szerint a porkibocsátás szintje $< 1 \text{ mg/Nm}^3$, $2,6 \text{ mg/Nm}^3$ és $4,5 \text{ mg/Nm}^3$ értéket is közöltek [FIN 28.3].
- Elektrolitikus előpácolás alkalmazása.
- Korszerű, optimalizált pácolós berendezések kialakítása (zuhanyos, vagy turbulens áramlású pácolás a bemeztetéses megoldás helyett).
- A páclé mechanikus szűrése és recirkulációs használata az élettartam meghosszabbítása céljából.
- Mellékáramú ioncserélő vagy elektrodialízis alkalmazása (a kevert savnál) – vagy a szabad savgyökök visszanyerése más módszerrel (ld. D.6.9 fejezetben) a páclé regenerálása céljából.

A HCl pácolásnál elfogadott ELT eljárás:

- Az elhasznált HCl újra felhasználása, vagy
- A sav regenerálása zuhanyos megoldással vagy fluidággal (vagy ennek megfelelő más eljárással), s a regenerált sav recirkulációjával kialakított pácolási eljárást sorolták az ELT körébe. A helyszíni adottságoktól, a magas savfogyasztástól és a keletkezett savhulladék mennyiségétől, valamint a regenerálással általában elérhető megtakarítástól függően indokolt lehet a regeneráló üzem beruházási költsége. A savregeneráló üzemet el kell látni a 4. fejezetben ismertetett módon gázmosóval, amely csökkenti a kibocsátott szennyeződések, különösen a sav kibocsátás mértékét. Erre vonatkozóan $> 98 \%$ csökkentési hatékonyságról számoltak be. Egyes források szerint a nátronlúgos gázmosás alkalmazásával elért HCl koncentráció $< 2 \text{ mg/Nm}^3$. Az MMCs egyetértett abban, hogy a savregenerálással kapcsolatosan az alábbi kibocsátási szintek tekinthetők elfogadottnak (hulladékgáz kezelése gázmosókkal vagy abszorpciós tornyokban):

Por	20 – 50	mg/Nm^3
HCl	2 – 30	mg/Nm^3
SO ₂	50 – 100	mg/Nm^3
CO	150	mg/Nm^3

CO ₂	180000	mg/Nm ³
NO ₂	300 – 370	mg/Nm ³

A visszanyert Fe₂O₃, mint melléktermék értékesíthető és külsőleg újrahasznosítható.

A **H₂SO₄ pácolásnál** a szabad sav visszanyerése kristályosítással tekinthető ELT eljárásnak. A visszanyerő üzemet el kell látni gázmosóval; s az ezzel az eljárással elérhető kibocsátási szintek a következők:

H ₂ SO ₄	5 – 10 mg/Nm ³
SO ₂	8 – 20 mg/Nm ³

A **kevert savas pácolásnál** a szabad sav felfrissítése (pl. mellékáramú ioncserélővel vagy dialízissel), vagy a sav regenerálása (pl. zuhanyos módszerrel vagy elpárologtatós megoldással) tekinthető ELT eljárásnak. Míg a szabad sav felfrissítése gyakorlatilag csaknem minden üzemnél alkalmazható, addig a regenerálási eljárás alkalmazását a helyi adottságok korlátozhatják. Itt az ELT eljárás elfogadott kibocsátási szintjei a következők:

	Zuhanyos megoldás	Elpárologtatós eljárás	Szabad sav felfrissítése
Por	< 10 mg/Nm ³	nincs	
HF	< 2 mg/Nm ³	< 2 mg/Nm ³	nincs
NO₂	< 200 mg/Nm ³	< 100 mg/Nm ³	
Szennyvíz	0,03 – 0,01	n. a.	0,05 – 0,02 m ³ /t (fémtartalmú gyenge savas olda)
Egyéb kibocsátás	kevert oxid	fém-szulfát szűrő sűrítmény	

Mind a három eljárást egyaránt az ELT körébe sorolják. A magasabb légszennyezés és energia fogyasztás hátrányai ellenére a zuhanyos megoldást is elfogadták – annak magas sav visszanyerési aránya és az ezzel együtt járó alacsony friss sav fogyasztás folytán. Továbbá itt a szennyvíz mennyiség is csak töredéke a sav felfrissítési eljárásénak. A fémek lényegében szilárd melléktermékként leköttöt formában vannak jelen. Ez a kevert vas-króm-nikkel oxid azután a kohászati folyamatban újra felhasználható.

Az elpárologtatós eljárásnak is igen magas a sav visszanyerési aránya, s ezáltal alacsony a friss sav fogyasztása, de ugyanakkor jóval alacsonyabb az energia fogyasztása, mint a zuhanyos megoldásé. A fém-szulfát szűrési massa azonban ártalmatlanítást igényel.

A **pácoló tartályokból távozó savgőz szennyezés** csökkentése céljából teljesen zárt berendezést kell alkalmazni, vagy lefedni azokat elszívó burákkal, s az elszívott levegőt gázmosóval tisztítani – ezt tekintik ELT eljárásnak, amelynek a kibocsátási szintjei a következők:

HCl pácolás:	Por	10 – 20 mg/Nm ³
	HCl	2 – 30 mg/Nm ³ (csökkentési arány > 98 %)
H₂SO₄ pácolás:	H ₂ SO ₄	1 – 2 mg/Nm ³
	SO ₂	8 – 20 mg/Nm ³ (csökkentési arány > 95 %)

A rozsdamentes acél **kevert savas pácolásánál** a teljesen zárt, elszívó burával és gázmosóval ellátott berendezés kialakításon kívül még további NOx csökkentési megoldásokra is szükség van. Az alábbi eljárásokat sorolják itt az ELT körébe:

- Gázmosó alkalmazása H₂O₂, karbamid, stb. reagenssel, vagy
- NOx semlegesítése H₂O₂ vagy karbamid vegyszernek a pácléhez történő adagolásával, vagy
- SCR.

Ezeknél az eljárásoknál az NOx kibocsátási szintje 200 ... 650 mg/Nm³ (csökkenési aránya 75 ... 85 %), a HF-é pedig 2 ... 7 mg/Nm³ (csökkenési arány 70 ... 80 %). Egyes források a HF kibocsátási szintjeként < 2 mg/Nm³ értéket adtak meg. De mivel maguk is elismerték a HF pontos mérésével kapcsolatban felmerült nehézségeket, különösen alacsony szinten, ezért olyan döntés született, hogy a fentebb közölt tartományt tekintik az ELT elfogadott szintjének.

Alternatív megoldásként a salétromsav-mentes (pl. H₂O₂ alapú) pácolás alkalmazását tekintik ELT eljárásnak – természetesen zárt berendezésként vagy elszívó burákkal és gázmosóval felszerelve. Ez az eljárás azonban sajnos nem alkalmazható minden egyes esetben.

A **savak melegítésénél** a közvetlen gőzbefűtatásos megoldás nem tekinthető ELT eljárásnak, mivel feleslegesen hígítja a savat. Itt az ELT eljárást a közvetett hőcserélős – vagy ha a hőcserélők számára először gondoskodni kellene a gőz előállításáról, akkor inkább a bemelegítő fűtési megoldás képezi.

A savas szennyvíz mennyiségének minimalizálása szempontjából az alábbi megoldásokat határozták meg az ELT céljára:

- Többlépcsős öblítő rendszer a túlfolyó víz belső újra felhasználásával (pl. a pácoló fürdőkben vagy gázmosóknál).
- A „pácoló sav regenerálás-mosás” folyamatának gondos összehangolása és irányítása. Egyes források teljesen szennyvízmentes üzemeltetés kialakításáról számoltak be.
- Minden olyan esetben, ahol a savas szennyvíz elengedése a rendszerből nem kerülhető el, ott szükség van a szennyvíz kezelésére (semlegesítéssel, flokkulálással, stb.). A szennyvíz kezelő egységből távozó víz szennyező tartalmának adatai:

SS:	< 20 mg/l	
Olaj:	< 5 mg/l	(olaj, véletlenszerű mérések alapján)
Fe:	< 10 mg/l	
Cr _{össz} :	< 0,2 mg/l	(rozsdamentes acéloknál < 0,5 mg/l)
Ni:	< 0,2 mg/l	(rozsdamentes acéloknál < 0,5 mg/l)
Zn:	< 2 mg/l	

Az MMCs tagjai egyetértettek abban, hogy a rozsdamentes acél kivételt képez, aholis a Cr_{össz} és a Ni tartalom nem tartható 0,5 mg/l alatt.

Az **emulzió rendszereknél** az alábbi eljárásokat jelölték ki ELT-re:

- A szennyeződések megakadályozása a tömítések, csővezetékek, stb. rendszeres ellenőrzésével és a tömítetlenségek megszüntetése.
- Az emulzió minőségének folyamatos figyelése.
- Az emulzió körforgási rendszerek folyamatos tisztítással történő üzemeltetése, és az emulzió újra felhasználása az élettartam meghosszabbítása céljából.
- Az elhasznált emulzió kezelése az olajtartalom csökkentése céljából – pl. ultraszűréssel vagy elektrolitikus bontással.

A **hengerlés és temperálás** során az emulziókód a levegőbe távozzhat. Ezeknek a szennyezéseknek a felfogására kijelölt ELT eljárás elszívó rendszer telepítése légtisztítóval és olajkód leválasztóval (cseppleválasztóval). Az ezzel elért hatásfok > 90 %, a szénhidrogén szennyezése pedig 5 ... 15 mg/Nm³ között van.

A zsírtalanítóval működő berendezéseknél az alábbi eljárásokat határozták meg ELT-nek:

- Tisztítóval ellátott, és a zsírtalanító oldat újra felhasználásával működő zsírtalanító folyamat alkalmazása. Az ehhez megfelelő tisztítási megoldások közé tartoznak a mechanikai módszerek és a membrán szűrés – ld. A.4 fejezetben.
- Az elhasznált zsírtalanító oldat kezelése elektrolitikus emulzió bontó vagy ultraszűrés útján az olajtartalom csökkentése céljából. A leválasztott olaj frakciót újra kell hasznosítani – pl. hőtermelésre; az olajmentesített vizet pedig további kezelésre (pl. semlegesítésre, stb.) kell bocsátani elengedés előtt.
- Elszívó rendszer alkalmazása a zsírtalanítóból távozó levegő felfogására, és azután az elszívott levegő tisztítása gázmosóban.

A hőkezelő kemencék főbb környezetvédelmi pontjai a tüzelési műveletek során kibocsátott gázok, és a hatékony energia felhasználás. A folyamatos hőkezelő kemencéknél az ELT megoldást az alacsony NO_x égők alkalmazása képezi 60 % NO_x (és 87 % CO) csökkentési aránnyal, és az ehhez tartozó kibocsátási szint 250 ... 400 mg/Nm³ (levegő előmelegítés nélkül, 3 % O₂). A szakaszos hőkezelő kemencék NO_x kibocsátási szintje alacsony NO_x égők és levegő előmelegítés alkalmazása nélkül 150 ... 380 mg/Nm³ közötti tartományban van (levegő előmelegítés nélkül, 3 % O₂). Általában véve a hőkezelő kemencéknél elvárható kibocsátási szintek a következők:

	Szakaszos kemencék	Folyamatos kemencék	
Por	5 – 10	10 – 20	mg/Nm ³
SO ₂	60 – 100	50 – 100	mg/Nm ³
NOx	150 – 380	250 – 400	mg/Nm ³
CO	40 – 100	50 – 120	mg/Nm ³
CO ₂	200000 – 220000	180000 – 250000	mg/Nm ³
Oxigén referencia szint 3 %			

Az energia felhasználás hatásfokának növelését célzó ELT

- Az égési levegő előmelegítése regeneratív vagy rekuperatív égőkkel. Magasabb NOx koncentráció jöhet létre az égési levegő előmelegítés nélkül működő hőkezelő kemencék esetében. A levegő előmelegítéssel berendezésekről ugyan nem kaptunk adatokat az NOx koncentrációról, de az újrahevítő kemencékről kapott számadatok erre vonatkozóan mégis irányadóak lehetnek. Az előmelegítési hőmérséklet korlátozását az NOx csökkentés egyik mértékének tekinthetjük. Azonban a csökkent energia fogyasztást, valamint az SO₂, CO₂ és CO tartalom csökkentését mérlegre kell tenni a lehetséges megnövekedett NOx kibocsátás hátrányaival szemben.

Vagy

- A betét előmelegítése hulladék gázzal.

A **kézsornál** az acélszalag felületének védelme céljából alkalmazhatnak olajozást; ez azonban olajköd által okozott légszennyezéshez vezethet. Ennek a légszennyezésnek a csökkentésére az alábbi ELT eljárások alkalmazhatók:

- Elszívó burák felszerelése olajköd leválasztóval és/vagy elektrosztatikus leválasztóval. Az egyik üzemből kapott adatok azt mutatták, hogy az elért átlagos olajcsepp koncentráció 3,0 mg/Nm³, amit párafogóval és elektrosztatikus leválasztóval értek el.

Vagy

- Elektrosztatikus olajozás.

A technológia további kikészítési műveletei, ún. **egyengetés és hegesztés**, szállóport bocsátanak ki. Ezeknek a szennyezéseknek a csökkentésére javasolt ELT az elszívó burák alkalmazása zsákszűrős porleválasztóval kiegészítve. Az egyik üzemből kapott adatok szerint a por kibocsátás 7 ... 39 mg/Nm³; egy másik üzem adatai szerint pedig (ahol szakaszosan üzemeltettek) 5 ... 30 mg/Nm³ között volt. Figyelembe véve a kapott szennyezési adatok jobbik tartományát, valamint az MMCs tagok által szolgáltatott információt a zsákos szűrőkkel általában elérhető por kibocsátási szintről a vasfém feldolgozó ipari szektor fémoxid és por eltávolításával kapcsolatosan, az ELT eljárás elfogadott szintjére < 20 mg/Nm³ szintet javasoltak. Egyes tagállamok ezt ellenezték arra hivatkozva (de adatokkal alátámasztva), hogy a zsákos szűrőkkel általában 5 mg/Nm³ alatti szint is elérhető, s ezért ezt kellene az ELT elfogadott szintjének tekinteni. Az MMCs képtelen volt közös

megegyezésre jutni az ELT elfogadott szintjére vonatkozóan – s így csak az eltérő nézeteiket tudták rögzíteni.

A **hűtésnél** (gépek, stb.) elkülönített, zárt vízrendszerű hűtési megoldás tekinthető ELT eljárásnak.

A **henger előkészítő üzemekre** vonatkozóan a hideghengerlésnél ugyanazok az elvek érvényesek, mint a meleghengerművek esetében.

Fémes melléktermékek, hulladékvas, melyek a darabolásból, fej- és lábvég vágásból gyűlnek össze a hengerek különböző pontjain. Ezek összegyűjtése és visszajuttatása a kohászati folyamatba képezi magát az ELT eljárást.

5 A MELEG- ÉS HIDEGALAKÍTÁS KIEMELKEDŐ MŰSZAKI MEGOLDÁSAI

5.1 Meleghengermű

5.1.1 Lánghántolás és köszörülés

Rozsdamentes acél

- Nagyobb teljesítményű köszörülő gépek alkalmazása (a folyamat felgyorsítása csökkenti az 1 tonna acélra jutó szennyező kibocsátás mértékét).
- A FAM technológiai sorába telepített köszörülő berendezés csökkenti az energia felhasználást a meleg betét alkalmazásánál [HR].

5.1.2 Újrahevítő kemence

5.1.2.1 Lángmentes égő

A „lángmentes égő” vagy „diffúziós láng” a legrégebbi fejlesztések közé tartozik. Ennél az égőtípusnál az égő csak magát a levegő ellátás biztosítja. A gázt külön nyílásokon keresztül juttatják be a kemencébe. Ezáltal jobb a füstgázok recirkulációja.

Ezzel kb. 100 mg/Nm³ NO_x kibocsátás érhető el. Az újrahevítő kemencék területén eddig az ipar nem alkalmazta a lángmentes égőket. Ugyanis gondot jelenthet az égési folyamat szabályozása [HR].

5.1.2.2 Ultraalacsony NO_x égő

Az ultraalacsony NO_x égőknél magas gázáramlást érnek el. A fűtőanyag és égési levegő (valamint a füstgázok) tökéletes elkeveredése jön létre ezáltal a kemencében, s így a láng nem kapcsolódik hozzá az égőhöz. Ennek folytán ez a fajta égő csak már a fűtőanyag/levegő keverék spontán gyulladási hőmérséklete feletti kemence hőmérsékleten alkalmazható. Itt 100 ... 200 mg/Nm³ közötti NO_x szintet lehet elérni. Az NO_x szintje kevésbé függ a levegő előmelegítés hőmérsékletétől [HR].

5.1.2.3 Víz injektálás

Az NO_x tartalom vízbe juttatásával történő hígításának az a célja, hogy jelentősen csökkentse a hőmérsékletet a szennyező anyagok létrejöttének tartományában, vagyis korlátozza a hőhatásra bekövetkező reakció mechanizmusokat. Elvileg különféle közegek alkalmazhatók hígító anyagként – a tulajdonságaiktól függően. A gyakorlatban azonban mégis csak a víz injektálása a legjárhatóbb út az újrahevítő és hőkezelő kemencéknél. Az újrahevítő kemencéknek a víz minőségével szembeni igénye jóval alacsonyabb, mint a gázturbinák NO_x csökkentése esetében. Egyes üzemek esetében gőz vagy nitrogén is rendelkezésre áll – de ezek jóval drágábbak a víznél, ami a járulékos beruházási költségeket illeti, s ugyanakkor a szükséges hígítási mennyiség/fűtőanyag aránya szempontjából alacsonyabb hatásfokúak is.

A víz injektálásának leghatékonyabb módszere rendszerint az, amelynél a vizet már közvetlenül a tüzelés előtt összekeverik a fűtőanyaggal; ez műszakilag jóval könnyebben kivitelezhető – és ugyanakkor az egyenletes lánghőmérséklet elérése is könnyebben megoldható így, mint azoknál a módszereknél, amelyek a levegőbe próbálják a vizet bejuttatni.

Az NO_x képződését víz injektálással korlátozó, a lánghőmérséklet csúcsértékét a regeneratív égőknél mérséklő rendszert Wills és Volgt (1993.) ismertetett. Ennél a megoldásnál vizet és levegőt juttattak be a fűtőgáz bevezető cső tengelyvonalába, amely koncentrikusan helyezkedik el a regenerátorból kapott forró égési levegő betáplálással. A „kétközegecs fluidum” porlasztó szerkezet finom eloszlású vízcseppeket juttat a gázáramba még a betápláló cső vége előtt, s ily módon röviddel a gáz/vízpára/forró levegő keverék elégeése után rövid idővel a gázkeverék stabilizálódik.

Legalább egy égőgyártó (Stordy Combustion Engineering, 1994.) kínál víz injektálást az NO_x szabályozás megoldására, de a piacon még számos más cég is kínálhat hasonlót. A földgáz és kohó-/kamragáz tüzelésű laboratóriumi kísérleti víz-injektációs rendszerek működéséről kapott adatok 60 ... 80 %-os csökkenést mutatnak.

Elvileg a hígító közeg injektálását széles körben lehetne alkalmazni retrofit módszerként akár a hígítónak a fűtőanyaghoz, akár az égési levegőhöz történő hozzákeverésére. Jelenleg azonban még csak rövid időtartamú kísérleti üzemi próbákról kaptunk adatokat.

Lehetséges, hogy a láng stabilitása csökkenni fog ezzel a módszerrel. A vízgőz tartalom növekedésével az égéstermékek a felhevített acélbetétek revésedésére is kihathatnak. Ezen kívül még járulékos beruházási költségekkel is jár az alkalmazás, magán az égő árán túlmenően. Ehhez bizonyára szükség van csővezetékre, szivattyúkra, injektorokra és a víz injektálás szabályozó rendszerére is. A rendelkezésre álló vízforrás minőségétől függően szükség lehet vízkezelő és -tároló berendezésre. A többi hígító anyagok esetében hasonló csővezeték és szabályozó rendszer kiépítési igény merül fel.

5.1.2.4 Sell de-NO_x eljárás

Ismertetés: SCR katalitikus üzemeltetés alacsonyabb hőmérsékleten, 120 C° [Com NL].

5.1.2.5 Regeneratív aktív szenes eljárás

- Nincs róla adat.

5.1.2.6 Degussa H₂O₂ eljárás

- Nincs róla adat.

5.1.2.7 Bio-de-NO_x eljárás

- Nincs róla adat.

5.1.3 Revétlenítés

5.1.3.1 Forgó revétlenítés

Itt a körgyűrű megoldású fűvókás revétlenítő kollektor helyett forgófejes megoldást alkalmaznak 1-2 fűvókával. A fej forgatása által – amit még a betét feletti haladó mozgással is kombinálnak – jó tisztító hatás érhető el, alacsony vízmennyiség mellett. Ez a módszer azonban mindeddig többé-kevésbé csak kísérleti stádiumban maradt és nem igazán vált be a gyakorlatban.

Főbb elérhető környezeti előnyök:

- Csökkenő víz felhasználás.
- Csökkenő energia fogyasztás.

Alkalmazhatóság:

- Előnyújtó és készsoroknál, durvalemez hengersoroknál.
- Új és meglévő melegszalag soroknál.

Ref. berendezések:

- Bohler Edelstahl (97?)
- Huta Bailden, Lengyelország (98?)

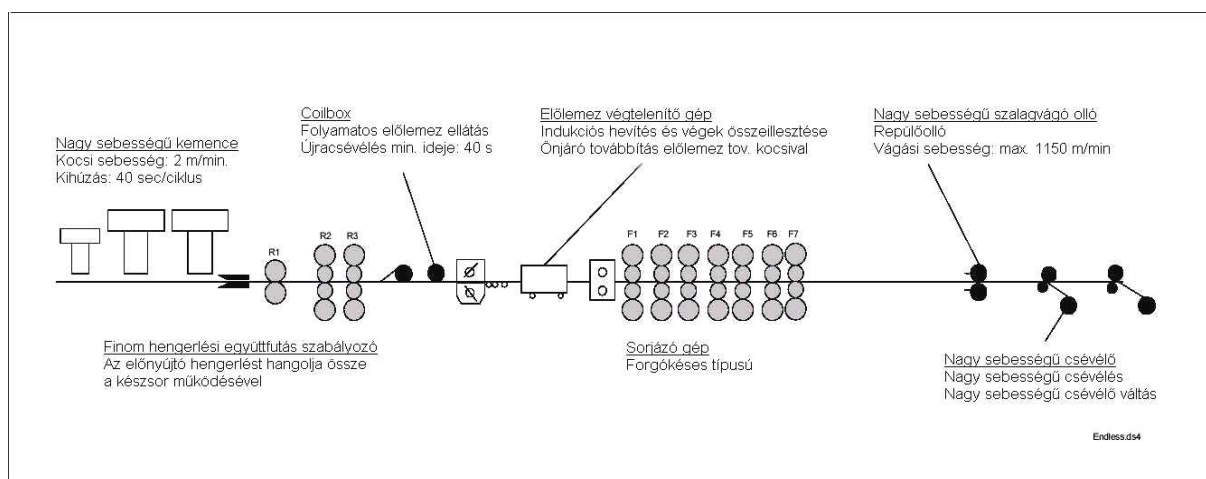
5.1.4 Meleghengerlés és vízkezelés

5.1.4.1 Végtelenített hengerlés

$A \leq 1$ mm alatti vastagságú meleg szalag hengerlés hagyományos hengerson igen nehéz feladatot jelent. A kívánt végső hengerlési hőmérséklet eléréséhez szükséges véghengerlési sebesség olyan mértékben nő, ahogy csökken a végső szalagvastagság, ezt viszont korlátozza a kifutó görgősor megengedhető futási sebessége.

Ezeknek a problémáknak a megoldására találták ki az ún. „végtelenített hengerlést”, amelynél az előlemezeket egymáshoz végtelenítik a készsorba történő belépés előtt annak érdekében, hogy folyamatos legyen a szalag betáplálása, s csak a készsor után vágják el a szalagot a kívánt fajlagos tekeressúly elérésekor [HR].

Ezt az eljárást egy japán üzemben vezették be. Ez azzal az előnnyel jár, hogy megnöveli a hengermű általános termelékenységét, csökkenti a kihozatali veszteségeket és javítja az acél minőségét – miáltal átfogóan csökken a fajlagos energia felhasználás. A végtelenített hengerlés alkalmazásánál különös gondot kell fordítani az előlemezek végeinek egymáshoz hegesztésére, hogy az gazdaságos legyen. Ezen kívül megfelelő szabályozó rendszerek is szükségesek az új feladatok ellátásához, mivel itt nem állnak rendelkezésre e hengsori üresjáratok az alapérték beállításához. Az A.6-1 ábrán vázlatosan mutatjuk be a Kawasaki Steel Chiba Works meleghengerműjében alkalmazott végtelenítéses megoldást [DFIU-99].



A.6-1 ábra: A végtelenített meleg szalag hengerlés vázlatos elrendezése

Az említett üzem azzal az előnnyel jár, hogy megjavult a szalag minősége (kisebb vastagsági változások tapasztalhatók a szalag teljes hossza mentén, csekély mértékű a szélesség változása is a szalag hosszában: $\pm 3 \dots 6$ mm, alacsony a csévlési hőmérséklet ingadozása a szalag hossza mentén: eltérése $\pm 15 \dots 30$ C°) megnőtt a termelékenység (20 %-os növekedés,

csökkent a váratlan hengerkerék ideje 90 %-kal), és ugyanakkor nőtt a kihozatal is (csökkent az alaki hibák miatti selejt a fej- és lábvégen 80 %-kal, és ugyancsak csökkentek a felületi hibák is 90 %-kal) [DFIU-99].

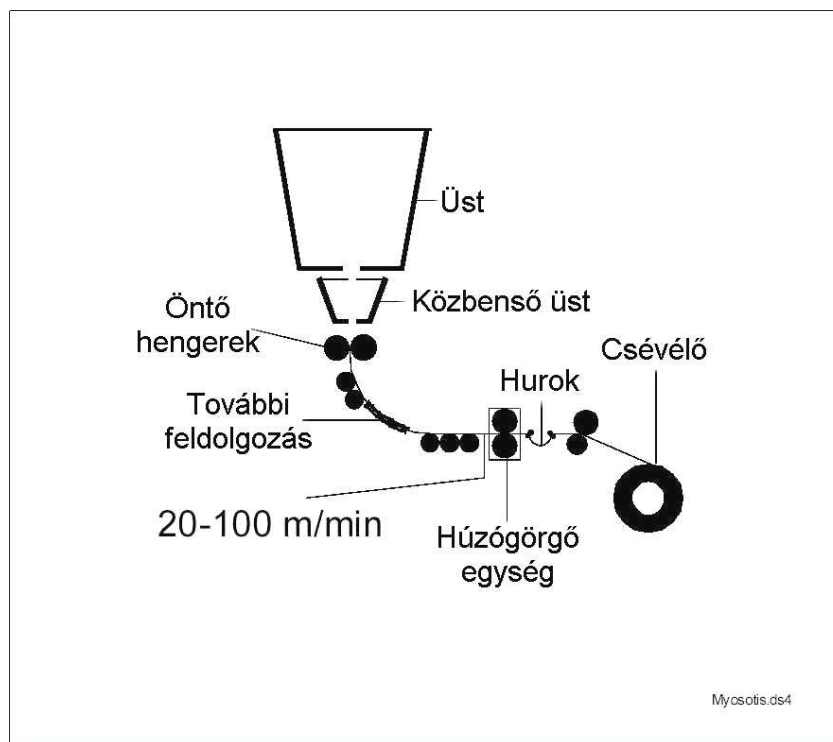
5.1.4.2 Szalagöntési eljárás

Az utóbbi évek során több vállalat is foglalkozott a szalagöntési eljárás kidolgozásával. Míg a vékony buga öntés és az öntéshez közvetlenül kapcsolódó hengerlési technológia alapvetően magának a hagyományos hengerlési technológiának a továbbfejlesztése, addig a közvetlen szalagöntés már teljesen új technológiai eljárást képez. Az olyan közvetlen szalagöntéssel, amelynek a termékével azután azonnal közvetlenül folytatni lehet a hideghengerlést, lényegesen lerövidül a folyékony acéltól a végtermékig terjedő technológiai gyártási folyamat. Az A.6-1 táblázatban a folyamatos lapos buga öntés, a vékony buga öntés és a szalagöntési eljárás jellemző paramétereit hasonlítjuk össze.

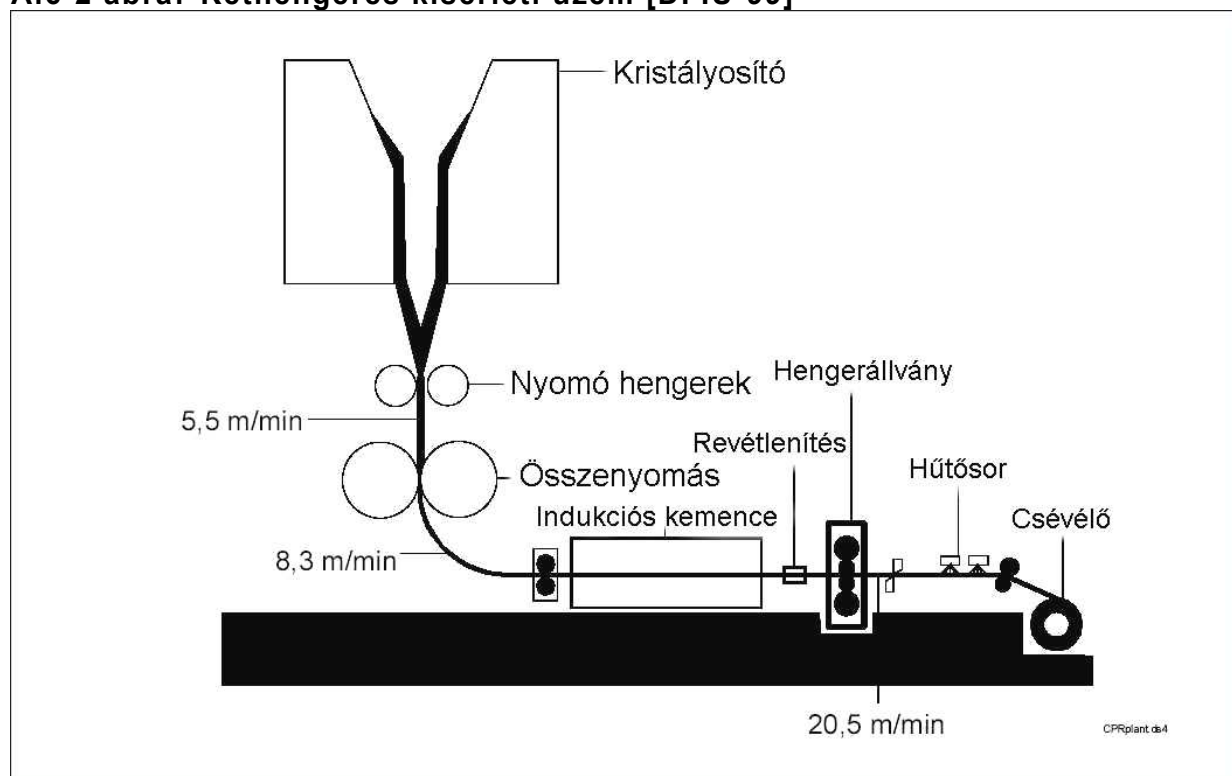
Technológia	Folyamatos öntés	Vékony buga öntés	Szalagöntés
Termék vastagság	150 – 300 mm	20 – 60 mm	2 – 4 mm
Megszilárdulási idő	> 600 s	kb. 60 s	< 1 s
Öntési sebesség	1 – 2,5 m/min	4 – 6 m/min	30 – 90 m/min
Átlagos hőátadás a kristályosítóban	1 – 3 MW/m ²	2 – 3 MW/m ²	8 – 10 MW/m ²
Technológiai hossz	> 10 m	> 5 m	< 0,5 m
Ömledék súlya az öntőgépben	> 5000 kg	kb. 80 kg	< 400 kg

A.6-1 táblázat: A különböző öntési eljárások kiválasztott paramétereinek összehasonlítása [DFIU-99]

Már eddig is jelentős kutatási munkát folytattak és még jelenleg is folytatnak, hogy az ipari méretű szalagöntési berendezést kidolgozzák. Az A.6-2 és A.6-3 ábrán két (kísérleti üzemi) megoldás elő vázlatát mutatjuk be, amelyet több cég együttműködésével fejlesztettek ki.



A.6-2 ábra: Kéthengeres kísérleti üzem [DFIU-99]



A.6-3 ábra: Nyomóhengeres öntés (CPR) kísérleti megoldása [DFIU-99]

	Típus ¹	Állván y ²	Vastagsá g [mm]	Szélessé g [mm]	Indulá s kezdete	Megjegyzé sek
BHP , Mulgrave, Aus BHP , IHI, Port Kembla, AUS	R/B 2-R	HM kísérleti	1 – 2 2	160 1900	1995.	
Voest Alpine , Linz, A	1 ¹ / ₂ -R	HM	1,15	330	1986	döntött és függ.
CRNC-IMI , Boucherville, CAN CRNC-Projet Bessemer, Boucherville, CAN	2-2 2-R	HM HM	3 2-5	100 200	1990 (acél) 1992	vízszintes bevitel függ. bevit.
Shanghai Metal Research Int. Shangai, CHN	2-R	HM				
Clecim , Le Creusol, F IRSID , Maizières, F IRSID , Maizières, F	1 ¹ / ₂ -R 2-R 1-R	HM HM HM	12 2-5 0,2 2,5 2-6	200 200 200 865	1968- 1974	leállítva
Myosotis , Isbergues, F						
ZFW , Drezda, D Thyssen , Oberhausen, D RWTHT/Thyssen , Aachen, D Max Planck , Düsseldorf, D Krupp Stahl , Siegen, D Krupp Stahl , Unna, D	2-R 1-R 2-R 2-R 1 ¹ / ₂ -R 1 ¹ / ₂ -R	HM HM HM HM HM kísérleti	0,15-2 0,10-0,30 0,3-2,5 13 1,5-4,5	30-110 270 150 110 700-1050		leállítva leállítva leállítva
Clausthal Uni. Clausthal, D	B	HM	5-10	150-300	1989- 1995	
CSM , Roma, I CSM , Terni, I	2-R 2-R	HM kísérleti	3-25 2-5	150 400 750-800		

**A.6-2 táblázat: A szalagöntés kifejlesztett berendezései
[Jahrbuch Sthal 1996,]**

NSC/MHI, Kawasaki, JAP	2-R	HM	0.5-3	100		
NSC/MHI, Hikari, JAP	2-R	Kísérleti HM	1.5-6	1330		leállítva
Kawasaki, Chiba, JAP	2-R	Kísérleti	0.2/0.8	250-500		
Kawasaki, Chiba, JAP	2-R	HM	1-3	100		leállítva
Kobe, Kakogawa, JAP	2-R	HM	1.5/5	300		leállítva
Nippon Metal, Sagamihara, JAP	1½-R		1-4	650		leállítva
Nippon, Naoetsu, JAP	1-R	HM				
Stainless Nippon Yakin, Kawasaki, JAP	2-R	Kísérleti	1-2.5	600		
Nisshin + Hitachi, Yamaguchi, JAP	2-R	HM	0.8/5	300		
Nisshin + Hitachi, Hitachi, JAP	2-R	HM	2.1	600		
Nisshin + Hitachi, Hitachi, JAP	2-R	HM	2.3	80		
Pacific Metals, Hachinoe, JAP	2-R	Kísérleti	2-7	1050		
Pacific Metals, Hachinoe, JAP	2-R	HM				
Waseda Uni., Tokyo, JAP						
POSCO RIST Davy, Pohang, KOR	2-R	HM	2-6	350		
POSCO RIST, Davy, Pohang, KOR	2-R	Kísérleti	3	1050- 1300	1994	
Inst. of Ind. Sc. & Techn. Pohang, KOR	2-R	HM	1-5	250-350		helyzete ismeretlen
VNIIMETMACH, Moscow, RUS	2-R		0.1-0.35	150		
MEFOS, Lulea, S	6	Kísérleti	5-10	450	1991	
ASEA-Royal Institute, Stockholm, S	2-R	HM		(900)		
British Steel, Teesside, UK	2 R	HM	1-3	76	1986	
BS-Avesta, Sheffield, Teesside, UK	2 R	Kísérleti	2.3-5.5	400	1990	
British Steel, Teesside, UK	2 R	ipari kísérleti	2-7	1550	vizsgálat alatt	
Consortium ³⁾ , Bethelhem, USA	2-R 1-R	HM HM	0.5-2 0.5-0.8	300 75	1982 <1988	leállítva leállítva
ARMCO-Westinghouse, Middletown, USA	1-R	HM	1.25-1.75	(25 µm)- 1.75		leállítva
National-Batelle, Columbus, USA	1-R	Kísérleti	1-3	660-1220		1220 mm még nincs kipróbálva
Allegheny/VA, Breckenridge, Lockport, USA						

A.6-2 táblázat (folyt.): A szalagöntés kifejlesztett berendezései
[Jahrbuch Stahl 1996,]

5.1.4.3 Melléktermékek hasznosítása

5.1.4.3.1 *Hasznosítási eljárások olajmentesítés nélkül*

Injektálás a nagyolvasztóba

Az eljárás fokozatai:

Az iszap és reve víztelenítése (kiszárítása) alacsony hőmérsékleten, miáltal a szénhidrogének kiszáritott állapotban megmaradnak.

Granulátum hozzáadása abból a célból, hogy azáltal elégethető keveréket alkosson.

Injektálás a nagyolvasztóba erre a célra tervezett berendezés segítségével. Az olajos iszapok folyékony állapotban is beinjektálhatók.

5.1.4.3.2 *Olajmentesítési eljárások*

Thermocon eljárás (Hőfizikai olajmentesítő eljárás)

Az olajos iszapokat (40 ... 45 tonnás) adagokban dolgozzák fel. Az anyagot különleges konténerbe töltik, majd kb. 130 C°-ra hevítik fel. A ténylegesen alkalmazott vegyi-fizikai hatás tkp. gőzös desztilláció. A konténerből távozó, vizet és szénhidrogéneket tartalmazó gőzt kb. 500 C° hőmérsékletre hevítik fel, s azután kb. 1000 C°-on elégetik.

CED eljárás (Chemnitz-i ártalmatlanítás)

Ez az eljárás a termikus olajmentesítés elvén alapszik. A thermocon eljárással szemben a CED folyamatos működésű. Itt a revét fűtött csöveken keresztül csigákkal továbbítják. A nedvességet az olajjal együtt desztillálják, s azután kondenzálják.

DCR eljárás (Diszperzió vegyi reakció útján)

A revét folyékony adalék anyaggal és DCR reagenssel (pl. gyorsmésszel) homogenizálják a keverő berendezésben. A szénhidrogéneket a képződő Ca(OH)_2 megköti. Az elporlasztott olajat kombinált szűrés osztályozó berendezéssel kiválasztják a fémtartalmú anyagból.

TRF eljárás (Forgócsöves szűrő)

Itt az olajos revét mosó berendezésben víz-felületaktív szer-emulzió keverékkel megtisztítják. A mosó szennyvizét azután az ún. forgócsöves szűrő segítségével mentesítik a felületaktív szer/olaj keveréktől. A frakcionált olajat azután termikus úton hasznosítják.

HD eljárás (Nagy nyomású eljárás)

Itt a revét úgy tisztítják meg az olajtól, hogy a víz/reve keveréket nagy (kb. 150 ... 180 bar) nyomáson rövid (200 ... 400 mm) távolságon ütközőlemeze fúvatják.

5.2 Hideghengermű

5.2.1 Pácolás

5.2.1.1 Vízugaras koptató előrevétlenítés (Ishi Clean)

A vastartalmú iszapot keringtetett nagy nyomású vízugarral lövetik rá a szalag felületére, hogy a revét eltávolítsa.

5.2.1.2 Előrevétlenítés ferromágneses koptató anyaggal

Itt a szilánkokra aprított ferromágneses koptató anyagot mágneses tér segítségével irányba állítják, és mechanikus úton rápréselik a szalag felületére.

6 FOLYAMATOS TŰZIHORGANYZÓ SOROK

6.1 ÁLTALÁNOS ADATOK NYUGAT-EURÓPA FOLYAMATOS TŰZIHORGANYZÓ SORAIRÓL

6.2 A FOLYAMATOS TŰZIHORGANYZÓ SOROK ALKALMAZOTT TECHNOLÓGIAI ELJÁRÁSAI

6.3 A folyamatos tűzihorganyzó eljárások áttekintése

A bemeztő tűzihorganyzási eljárásoknál az acélt folyamatosan átvezetik a megolvasztott fémfűrdőn. Eközben ötvözési reakció zajlik le a 2 fém között, ami jó kötést hoz létre a bevonati és az alapfém között.

A bemeztő tűzihorganyzás céljára olyan fémek alkalmasak, amelyeknek az olvadási pontja elég alacsony, s így nem hoz létre termikus változásokat az acélban – mint pl. az alumínium, ólom, ón és horgany.

Az acéltermékekhez alkalmazott főbb bemeztő tűzihorganyzási eljárásokat a B.2-1 táblázatban soroljuk fel. A huzalok tűzihorganyzása (ún. galvanizálása) horgannyal vagy ónnal történik. A horgany bevonást főleg korrózió elleni védelem céljából alkalmazzák. Az ón viszont fényes megjelenést kölcsönöz a huzalnak, s ezen kívül forrasztási tapadó réteget is biztosít.

Bevonó alapfém	Fémfűrdő anyaga	Bevonat	
		típusa	megnevezése
Horgany alapú	Zn	Zn	Galvanised
	Zn	Zn-Fe	Galvannealed
	Zn	Lead free	
	Zn-Al	99 %Zn, 1 %Al	Crackfree
	Zn-Al	95 %Zn, 5 %Al	Galfan
Alumínium alapú	Al-Zn	55 %Al, 43.5 %Zn, 1.5 % Si	Galvalume
	Al	Al	Type I
	Al-Si	Al 87 %, Si 13 %	Type II
Ólom alapú	Pb-Sn	8.25 % Sn	Terne
		75 - 92 % Pb	

Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CC], [Com-CC-2]

B.2-1 táblázat: Főbb tűzihorganyzási eljárások acélszalagokhoz

A folyamatos lemez tűzihorganyzó sorok általában a következő lépcsőket foglalják magukban:

- Felület tisztítás vegyszerrel és/vagy hőkezelés útján.
- Hőkezelés.
- Bemerítés a forró megolvasztott fémfürdőbe.
- Kikészítő kezelés.

6.4 Lemez tűzihorganyzása (bevonása horgannyal és horgany ötvözetrel)

A folyamatos lemez tűzihorganyzó eljárásnál az acéllemez horganyból vagy horgany ötvözetből álló korrózióvédő bevonatot kap. A B.2-2 ábrán a folyamatos tűzihorganyzó sort mutatjuk be (pácolás nélkül). Az üzem elrendezése a bemeneti szakasz kialakításában változhat (pácolóval/anélkül vagy lúgos zsírtalanítással ellátva), valamint a hőkezelő kemencék kialakításában (függőleges vagy vízszintes), vagy a bemerítés utáni kezelésben (bevonatképzés lágyítással, stb.) is.

A hidegen hengerelt szalag tűzihorganyzása jóval elterjedtebb, mint a melegen hengerelt szalagé. A technológiai eljárás itt is hasonló – kivéve, hogy a mh. termékeknél kiegészítésképpen revétlenítés (pácolás) is szükséges.

6.4.1 Pácolás

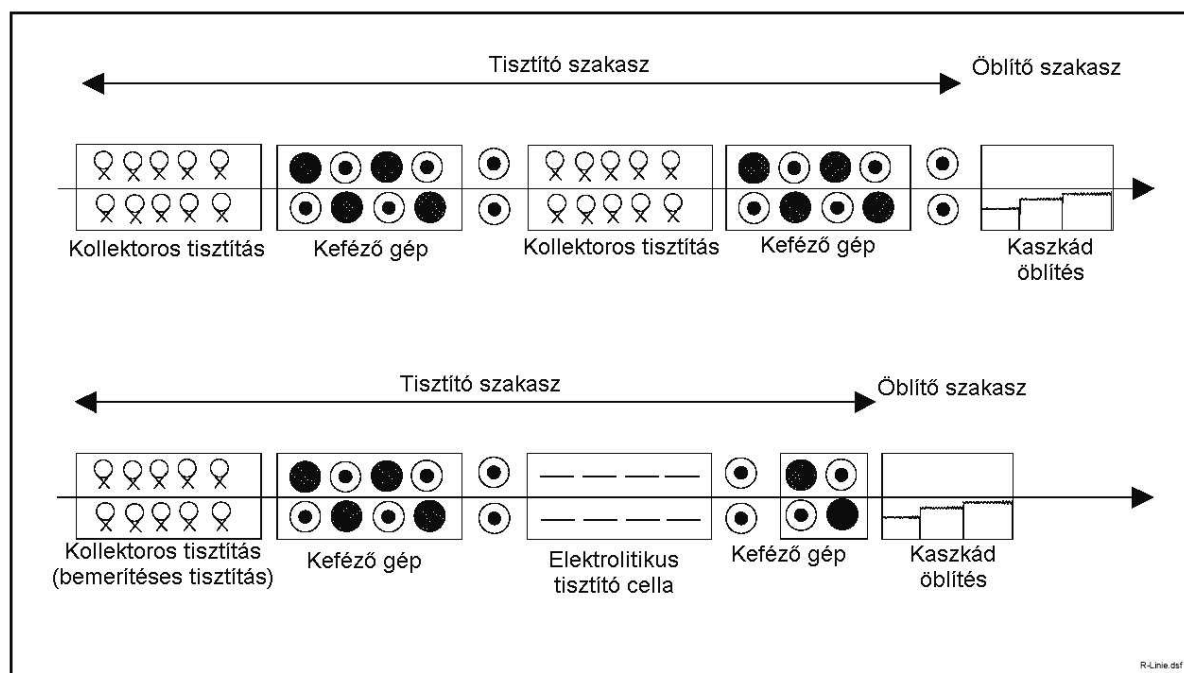
A revétlenítést szolgáló pácolási művelet a mh. termékeknél kizárólag a melegghengerlési folyamatból származó reve eltávolítását célozza. A hőkezeletlen mh. tekercs pácolásának a célja viszont az aktiválás. Mindkét eljárást sósavval, azt követően öblítéssel végzik. A technológiai eljárás ugyanaz, mint az ebben az ELT eljárásokat ismertető összeállítás hideghengerlést tartalmazó részében közölt pácolás.

6.4.2 Zsírtalanítás

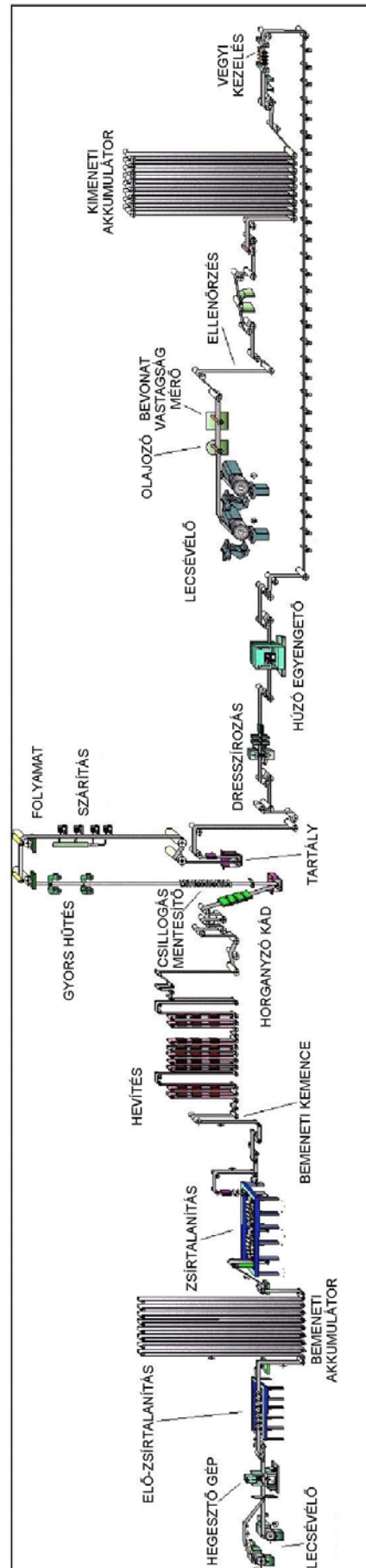
Igen lényeges, hogy a bevonandó acél lemez tekercs felülete mentes legyen az olyan szennyeződésektől, mint a zsír, olaj vagy rátapadt finom vaspor részecskék, és hogy az egész felülethez könnyen hozzáférjen a bevonatképző anyag, ily módon érhető el ugyanis az erős tapadás. Bár a zsírtalanításra nem lenne szükség olyankor, amikor ezután hőkezelés következik, azért mégis gyakran alkalmazzák ezt biztonság céljából. A tisztítási folyamat az alábbi lépéseket tartalmazza részben vagy teljes egészében:

- lúgos zsírtalanítás bemerítéssel, vagy felfecskendezéssel; ez összekapcsolható kefék tisztítással is.
- lúgos zsírtalanítás elektrolitikus módszerrel; ez összekapcsolható kefék tisztítással is.
- vizes öblítő fokozatok, közöttük kefék tisztítással kiegészítve.
- szárítás.

A B.2-1 ábrán a korszerű zsírtalanító sorra mutatunk be 2 lehetséges példát.



B.2-1 ábra: Zsírtalanító sorok elrendezése [DFIU]



B.2-2 ábra: Tűzhorganyzó sor jellemző elrendezése [Cott-CC-2]

A zsírtalanító vegyszer rendszerint szilikátmentes lúgos oldat, töménysége 25 g/l, hőmérséklete pedig 70 ... 95 C°. A vizes alapú rendszerek ma már szokásossá váltak, s az oldószeres zsírtalanítás csak elvétve fordul elő [ERM95], [Com-CC-2].

Ugyanezt a vizes alapú, főleg nátriumhidroxidból, ortófoszfátokból és felületaktív szerekből álló zsírtalanító oldatot használják a kollektoros felfecskendező és az elektrolitikus zsírtalanító eljárásnál is. Amikor az elektrolitikus zsírtalanító szakasz oldata már elért egy bizonyos olaj telítettségi szintet, akkor azt újra fel tudják használni a lúgos felfecskendező szakaszban (többlépcsős felhasználás). Az is lehetséges, hogy az oldatot előzőleg emulzió szeparáló berendezésben tisztítják és azután biológiai kezelésnek vetik alá [Com-CC-2]. Amikor az oldat eléri a max. olajtartalmát, akkor regenerálásra továbbítják, rendszerint az üzemén kívülre [EUROFER CC].

A zsírtalanítási és kefése tisztítás során keletkezett szennyezett levegőt összegyűjtik és gázmosón vezetik át, mielőtt kikerül a szabadba, amelyben vízzel vagy nátronlúgos oldattal tisztítják meg és/vagy pára lecsapató berendezésben tisztítják meg [Com-CC-2]. Az elhasznált zsírtalanító vegyszert, valamint az öblítési és kefézési műveletek során keletkező szennyvizet kibocsátás előtt a szennyvíz tisztítóba továbbítják [EUROFER CC].

6.4.3 Hőkezelés

A mh. és hh. tekercset tűzihorganyzás előtti zsírtalanítás és felület szárítás céljából szabályozott atmoszférájú kemencén vezetik át – a felületi tapadási tulajdonságainak javítása, valamint az acél előírt mechanikai szilárdsági jellemzőinek biztosítása céljából, és melleleg, hogy az acél még a bemártás előtt elérje a kívánt hőmérsékletet. Erre az alábbi típusú kemencéket alkalmazzák:

Sendzimir kemence

Ezt a fajta kemencét a korszerű horganyzó sorokon ma már nem használják, de egyes régi üzemekben azért még mindig működhet ez a vízszintes folyamatos kemence, amely közvetlen fűtésű előmelegítő kemencét (oxidáló zónát) és közvetett fűtésű redukáló és hőntartó zónát tartalmaz redukáló H₂/N₂ atmoszférával, melyet hűtőzóna zár le. A kemence előmelegítő zónájában a hőmérséklet 450 ... 550 C°. A szalagot leégetés útján tisztítják meg az olaj- és emulzió maradványoktól. A redukációs zóna hőmérséklete 980 C°, ahol semleges gáz atmoszférában redukálják az oxidokat. A hőntartó zóna lehetővé teszi az újrakristályosodást és normalizálást. A szalagot ezután kissé a megolvasztott fémfürdő hőmérséklete fölé hűtik vissza (kb. 500 C°-ra), s azután merítik be a horganyfürdőbe, védőgáz alatt, ún. csőszáj segítségével.

Közvetlen Lángú Kemence (KLK)

A (nem oxidáló típusú) KKK két külön szakaszra osztható fel:

- Felmelegítő szakasz, ahol a szalagot a kemencéből kiáramló gáz segítségével előmelegítik a környezeti 20 C°-os hőmérsékletéről kb. 250 C°-ra.
- Maga a kemence, aholis a tekercset közvetlenül a csupasz lánggal melegítik fel, s itt a hőmérséklet 560 ... 750 C° közötti értéket ér el.
- Hőkezelő zóna, ahol a szalagot pótlólagos villamos vagy hőszugárzó elemek segítségével 830 C°-ra hevítik és ezen a hőmérsékleten tartják redukáló atmoszférában (3 ... 20 % hidrogént tartalmazó HNx atmoszféra).
- Két hűtő szakasz, ahol különböző lehűtési sebességgel csökkentik le az acél hőmérsékletét fűtással 450 ... 480 C° közé.
- Kimenő szakasz, ahol az acél a horganyzó kád felé halad tovább.

Ez a kemence típus megtisztítja a tekercs felületét, s így nincs szükség a fém előzetes zsírtalanítására, de ugyanakkor légszennyezést bocsát ki, mivel a felületen visszamaradó olaj elég. Továbbá égéstermékek, ún. H₂ és N₂ távoznak a kemencéből (amelyet földgázzal vagy kéntelenített kamragázzal fűtenek) [EUROFER CC], [Com-CC-2].

Közvetett Fűtésű Kemence (KFK)

A KFK a közvetett fűtés egyik változata. Itt az égési gázok hőszugárzó csövekben keringtetve áramlanak, és nem kerülnek közvetlen érintkezésbe az acélszalaggal. A hőtartási zónát is hőszugárzó csövekkel vagy villamos fűtéssel látják el. A legnagyobb minőségi szabvány követelményeinek kielégítéséhez és a tapadás tökéletesebbé tétele érdekében lúgos zsírtalanítás és hőszugárzó csöves vagy villamos fűtésű hevítés szükséges a felületbevonás előtt. A gyors lehűtést biztosító szakaszok hasonlóak a KKK berendezéséhez. A hőkezelő kemencét lúgos zsírtalanító berendezéssel együttesen alkalmazzák [EUROFER CC], [Com-CC-2], [Com2CC].

Az itt alkalmazott fűtőanyag kéntelenített kamragáz és földgáz. A korszerű kemence tervezési kialakításnál az energia megtakarítás az elsődleges szempont. Az olyan rekuperatív megoldásoknál, mint az infravörös sugaras hulladék gáz előmelegítők, az égési levegő előmelegítése közvetlen tüzeléssel és hőszugárzó csöves kemence égőkkel, továbbá a kemence atmoszféra gázának előmelegítése és hulladékhő hasznosító kazán beépítése általában hozzá tartozik, ahol csak ez megoldható.

6.4.4 Tűzhorganyzás (ún. „galvanizálás”)

A tűzhorganyzó fürdő egy vagy két tartályból áll, amelyek rendszerint kerámiabéléssel rendelkeznek. Ezekben a kádakban – amelyek lehetnek rögzített vagy mozgatható kivitelűek – található a 440 ... 490 C° hőmérsékletű megolvasztott fémömladék, amelyen az acélszalagot keresztülhúzzák. A fürdő anyaga horgany és valamely más szükséges adalék (úm. antimon, ólom vagy alumínium). A fürdő kellő mennyiségű megolvasztott horganyt tartalmaz annak érdekében, hogy az üzemeltetési hőmérsékletben jelentős változások ne léphessenek fel még a

maximális üzemeltetési feltételek mellett sem. A legtöbb horganyzó kádat manapság már villamos indukciós eljárással hevítik fel az üzemi hőmérsékletre. Alternatív megoldásként azonban földgáz is felhasználható a fűtésre – a környezet, mint egész figyelembevétel és az energia termelés környezetvédelmi előírásainak betartása mellett [EUROFER CC], [Com-CC-2].

Amint az acélszalag áthalad a megolvadt horganyt tartalmazó kádon, akkor a felület különböző vas-horgany ötvözet tartalmú rétegekből álló bevonatot kap, de az acélszalag elég nagy (max. 180 m/min) áthaladási sebessége, valamint a rövid kezelési idő folytán a bevonat mégis csak leginkább horganyból áll.

Igen lényeges a fürdő hőmérsékletének szabályozása, mivel a magas hőmérséklet fokozza a kádban lévő fémömladék felületének az oxidációját, és ezt fokozott hamuképződést eredményez. Az alacsony fürdő hőmérséklet viszont növeli a bevonásra használt fémömladék viszkozitását, ezáltal akadályozva a vékony bevonati réteg létrejöttét. Ennélfogva a fürdő hőmérsékletét optimalizálni kell ahhoz, hogy az egyes minőségi követelmények kielégíthetők legyenek.

A szalag a fürdőt úgy hagyja el, hogy bizonyos mennyiségű folyékony horganyt visz magával a felületén. A szükséges bevonati réteg vastagság elérése céljából a szalagot egy sor fúvóka alatt vezetik át, amelyek a fürdő felett helyezkednek el. Ezeken keresztül levegőt vagy nitrogént fúvatva eltávolítható a felesleges horgany az acéllemez felületéről. A rendszert rendszerint önműködő mérő berendezéssel látják el, amely Röntgen-sugaras vagy hasonló megoldású készülék segítségével méri a bevonat vastagságát.

Csak egyoldali bevonat készítésre különleges tűzhorganyzó eljárásokat alkalmazunk. Erre az egyik jó példa a Monogal eljárás, amelynél a szokásos tűzhorganyzási folyamat végén a felesleges bevonatot egyszerűen forgókefékkel eltávolítják, és vannak olyan eljárások, ahol a horganybevonatot felhordó hengerekkel alakítják ki.

A fürdő elhagyása után a szalag fokozatos hűtést kap ventillátorokkal, amelyet hűtővíz tartály és szárítási szakasz követ.

6.4.5 Tűzhorganyzás és hőkezelés

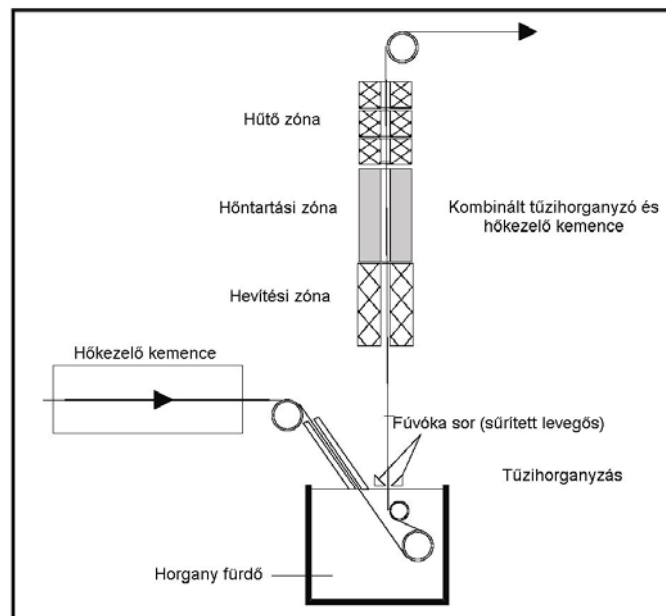
A kombinált tűzhorganyzás és hőkezelés olyan ritkán alkalmazott különleges utókezelési eljárás, amelynél a szalagot a tűzhorganyzás után olyan hőmérsékletre hevítik fel, amelyen vas-horgany ötvözet jön létre (10 % vastartalommal). A kombinált tűzhorganyzás és hőkezelés különösen sima felületű megjelenést kölcsönöz a terméknek.

A kombinált tűzhorganyzási és hőkezelési eljárás során a létrejövő horganyréteget a vas (Fe) diffúzió útján ötvözi az acél alapfém felől kiindulva. A Fe diffúzió úgy jön létre, hogy az acélt

alacsony széntartalmú fajtáknál kb. 500 C° hőmérsékleten, az új generációjú nagy szilárdságú acéloknál pedig kb. 540 C° hőmérsékleten tartják megfelelő időtartamig. Az ilyen kemencék két zónára oszthatók fel: hevítési és hőntartási zóna. A kemence számára rendelkezésre álló hely rendszerint korlátozott. Ugyanolyan rendelkezésre álló felülethez igen gyors felhevítés szükséges a horgany fürdő (460 C°-os) hőmérsékletétől a hőntartási hőmérsékletig, ami lehetővé teszi a hosszabb időtartamú hőntartást. Egyes kemencéket ezért a hevítési zónában indukciós fűtő rendszerrel, a hőntartási zónában pedig villamos fűtőelemekkel vagy hőszugárzó csövekkel látnak el. Az indukciós hevítési eljárásra a rövid felhevítési idő, rövid reakció idő és a hőmérséklet pontos szabályozása jellemző – s ez a helyszínen még környezetszennyezést sem okoz. Ezáltal jobb ötvözási és felületi minőség érhető el.

Más megoldású tűzhorganyzó és hőkezelő kombinált kemencéket a hevítési és hőntartási zónában hőszugárzó csövekkel szerelnek fel, amelyekre a hosszabb hevítési idő a jellemző. Ebben az esetben a helyszíni környezetszennyezési és energia fogyasztási paramétereket alacsony NOx kibocsátású égők és regeneratív vagy rekuperatív égő rendszerek alkalmazásával lehet javítani [Com2 CC].

A B.2-3 ábrán a kombinált tűzhorganyzó és hőkezelő kemence bevonatképzési szakaszának folyamatát mutatjuk be vázlatosan.



B.2-3 ábra: A kombinált tűzhorganyzó és hőkezelő sor bevonatképző szakaszának vázlata [DFIU 99]

6.4.6 Utókezelések

- A ún. fehér rozsdá megjelenése ellen alkalmazzák.

Olajozás: 0,25 ... 3 g/m² vastagságban oldalanként.

Passziválás

Ez krómsavakat tartalmazó oldószeres kezelést jelent, amit felszórással vagy hengerekkel juttatnak fel a felületre. A tűzihorganyzott szalagnál oldalanként 10 ... 35 mg/m² bevonatot alkalmaznak. Ezért a bevonat igen vékony (csak néhány nanométer vastagságú).

Foszfátózás

Itt kb. 1 ... 1,8 g/m² bevonatot alkalmaznak. Az eljárás során kisebb-nagyobb mennyiségben cinkfoszfát kristályok válnak ki a fémbevonat felületén, amit a fém felületének pH-érték növekedése idéz elő a pácolási reakció során. Három-kationos foszfátózással igen jó minőségű és vegyi összetételű foszfátréteget lehet létrehozni a gépkocsi karosszéria elemeknél és a háztartási gépek gyártásánál [Com-CC-2].

6.4.7 Kikészítés

Ennek az a célja, hogy különlegesen jó felületi megjelenést, simaságot, stb. biztosítson az acéllemeznek, a Vevők igényei szerint – vagy pedig a szélességi tűrések betartásához, az alábbi műveletek alkalmazásával:

Csillogást csökkentő vagy mentesítő kezelés

Ha a hűtési sebesség a tiszta horgany felső rétegénél elég alacsony, akkor nagy méretű kristályok jönnek létre, s csillogást kölcsönöznek a felületnek. Néha csak ennek a csillogásnak a tompítására, más esetben a teljes megszüntetésére van szükség. Ebben az esetben a szalagot vagy gyorsabban hűtik le, vagy pedig a csillogó pontok számát növelik meg gőz ráfúvatásával, vagy a gőzbe még vegyszer adalékot is keverve (foszfát alapon), vagy horganyport szórnak fel [ERM95].

Felület fényesség tompító állvány

Ez a kezelés dresszírozás útján kölcsönöz nem csillogó sima felületet a lemeznek. A dresszírozás háromféle módon végezhető: szárazon, nedvesen (csak vízzel) vagy nedvesen (vízzel és habzástgátló adalékkal). A további eljárás során képződő „temperáló sori” kezelő oldatot fel kell fogni és ha elhasználódott, akkor a szennyvíz tisztítóba továbbítani.

Szélezés

Egyes alkalmazási esetekben a szükséges szélességi tűrés betartása céljából a szalagot szélezni kell, ami kiküszöböli az ún. kutyacsont alaki hibákat is. Ennek a megvalósítására két hely áll rendelkezésre:

- a pácoló soron a hideghengerlés előtt
- a tűzihorganyzásnál.

Minél jobb gyártási programozással ennek az eljárásnak az alkalmazása minimálisra csökkenthető, ami növeli a sor kihozatalát [Com-CC-2].

6.4.8 Hűtővíz körforgási rendszerek

A felületbevonó üzemekben hűtővízre van szükség a kemencék felesleges hőjének elvitelére. A hőenergia egy része közvetlen a levegőbe távozik (a füstgázokkal), továbbá a bevont szalag is átadja a hő egy részét az üzem levegőjének. A maradékot pedig a hűtővíz viszi el. A fő hűtővíz fogyasztók a kemencék és a végső szalaghűtés.

A felületbevonó üzem központi hűtővíz rendszere körforgásos kialakítású. Ezekben a rendszerekben szivattyúk továbbítják a vizet a fogyasztókhoz, s a felmelegedett víz azután visszatérve lehűl a lemezes hőcserélőkben, átadva hőjét az ipari (pl. folyóból nyert) nyers víznek.

A visszahűtésre több megoldás is létezik, ezek közül kettő:

- visszahűtés ipari vízzel hőcserélőkben és
- visszahűtés elpárologtatással hűtőtornyokban.

6.4.9 Víz körforgási rendszerek, vízháztartás

Technológiai víznek azt nevezzük, amelyet a vegyszeres oldatok készítéséhez, ill. pótlásához használnak fel, vagy pedig ami közvetlen érintkezésbe kerül magával az acélszalaggal (pl. a közvetlen szalaghűtésre használt víz). A folyamat során a víz elszennyeződhet, ezért kezelésére van szükség a szennyvíztisztítóban.

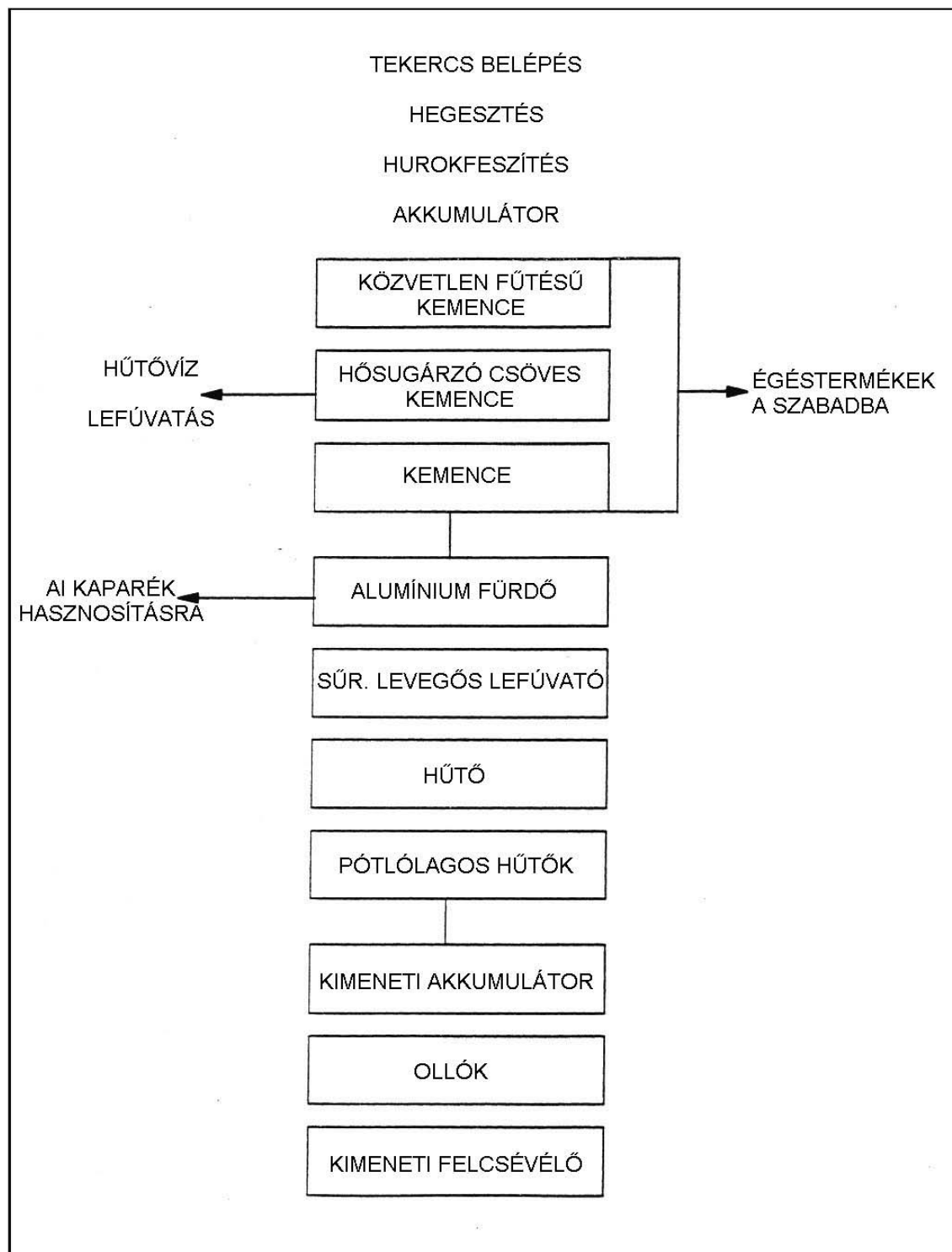
6.5 A lemez aluminizálása

A legtöbb alumínium bevonatos acél lemez tekercset valamely tűzihor-ganyzásos eljárással készítik. Az alumínium bevonást készítő gyártósort a B.2-6 ábrán mutatjuk be vázlatosan. Ez a berendezés rendszerint magában foglalja a passzíváló szakaszt is, amely lehet a sorba telepítve, vagy azon kívül külön egység is.

A szalagok alumíniumos bevonását követően utókezelésre szükség, ami a következőkből állhat:

- **passzíválás:** krómsavas oldat felszórásával. Itt a tűzihorganyzott szalag oldalanként 10 .. 35 mg/m² bevonatot kap. Ez a bevonat igen vékony, csak néhány nanométer vastagságú.

- **felületi védőréteg alkalmazása:** polimer alapú bevonatot képez a felületen. Oldalanként az alkalmazott bevonat súlya (szárítás után) $< 1,5 \text{ g/m}^2$.



B.2-6 ábra: Alumíniumos felületbevonási eljárás [EUROFER CC]

6.6 Lemez felületbevonása ólom-ón ötvözetrel

A tiszta ólmot azért nem használják acél anyag felületének bevonására, mert nem lehet az ólmot az acéllal ötvözni és így tapadó réteget létrehozni. Az acél lemez tekercsek felületének bevonására alkalmaznak azonban ún. „Terne” fémeket, amely 8 ... 25 % ónt tartalmazó ólom-ón ötvözet. A Terne fém ezen kívül tartalmazhat még max. 3 % antimont is. Először az ón és antimon képez ötvözetet az acél felületi rétegében, amely azután már kellő alapot képez az ólom-ón felületi bevonat megtapadásához.

A Terne fémmel készített bevonat nagyfokú külső korrózióvédelmet biztosít. Ez a bevonat megtartja integritását még a mélyhúzás és alakítás után is, s ezen kívül még egyes műveleteknél a kenés szerepét is betölti. A Terne fémes bevonatok kiválóan forraszthatók és rendszerint hegesztik is. Széles körben alkalmazzák a gépjárműiparban, a petrokémiai tartályok és különböző készülékek, ún. gázmérők gyártásához.

A folyamat végén hűtés következik, majd a tekercset a jobb védelem érdekében utókezelik a következő eljárásokkal:

Passziválás

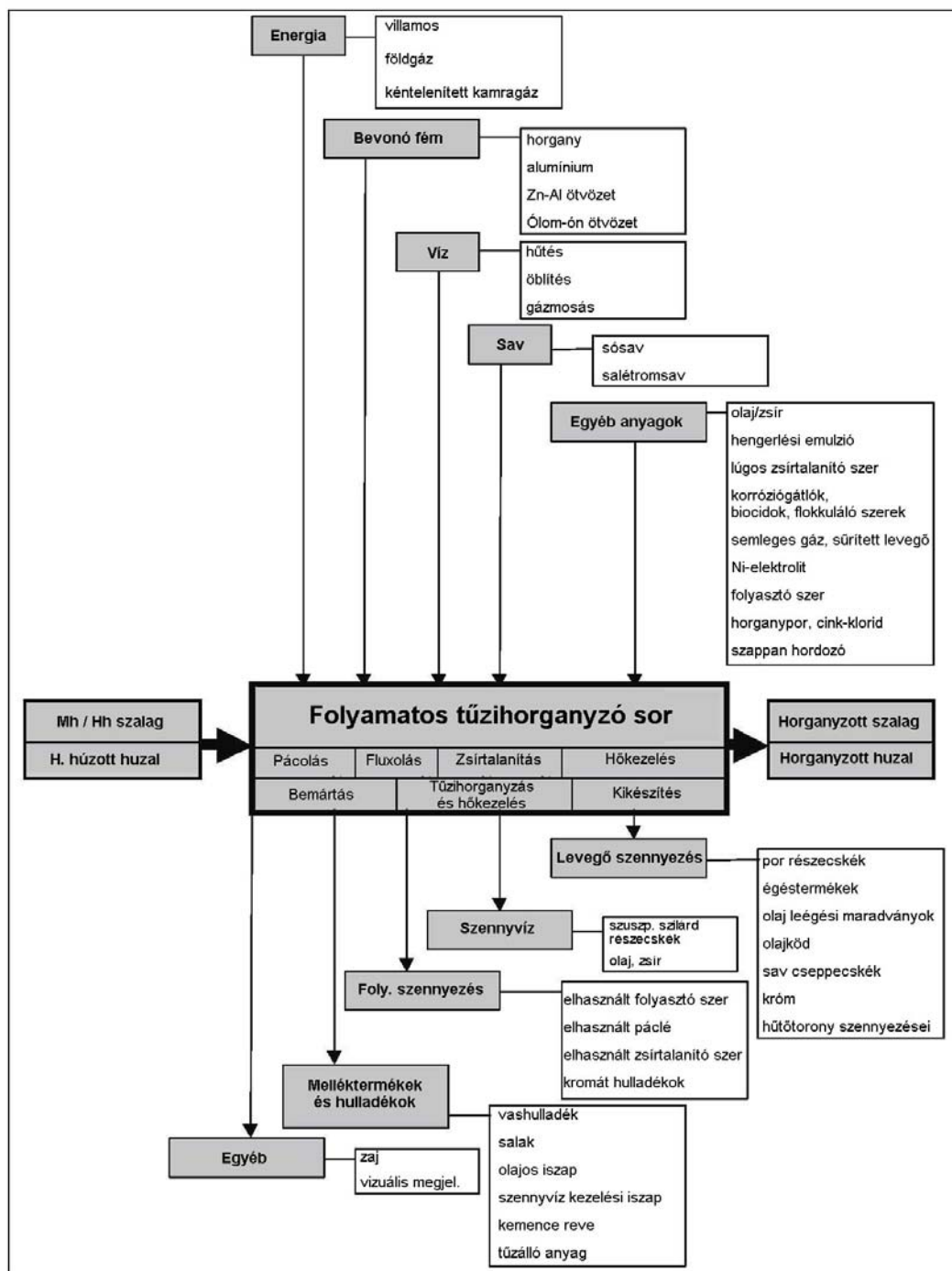
Az oxidáció számára esetleges támadási felületet nyújtó pórusok vagy szabadon maradt felületrészek védelme céljából a szalagot passzíváló vegyszert tartalmazó tartályba merítik be, amely rendszerint krómsavas oldattal működik. A vegyszer továbbjutását gumihengerek akadályozzák meg a tartály kimenetén, ezek szabályozzák egyúttal a felületen maradó fém vastagságát is. Szükség esetén szárító berendezéssel fokozzák a szalag hőmérsékletét és rögzítik a krómát filmet a felületen.

Olajozás

Vékony olajfilmet juttatnak a lemez felületére mechanikus, felszóró vagy elektrosztatikus olajozó géppel.

7 A FOLYAMATOS TÚZIHORGANYZÓ SOROK JELENLEGI FOGYASZTÁSI ÉS KIBOCSÁTÁSISZINTJEI

7.1 A folyamatos tűzihorganyzó sorok tömegáramlásának áttekintése



Megjegyzés: A pácolás a mh. szalag és drót horganyzásánál; folyasztó szeres kezelés a drót horganyzásánál

B.3-1 ábra: A folyamatos szalag tűzhorganyzó sorok beviteli/kibocsátási mérlege

Beviteli / fogyasztási szint		
Horgany (bevonó fém) ¹	25 – 48 kg/t	
Energia:		
földgáz	800 - 1300	MJ/t
villamos	44 - 140	MJ/t
melegvíz	20 - 44	MJ/t
Hidrogén	0.75 – 2.5	Nm ³ /t
Nitrogén	13 - 80	Nm ³ /t
Víz ²		
bemeneti szakasz	8 -10	m ³ /h
horganyzó szakasz	0.5 - 10.5	m ³ /h
kimeneti szakasz	0.5 - 6	m ³ /h
Összes (a rendszerbe bevitt) víz	0.167 – 0.4	Nm ³ /t
Kibocsátási / szennyezési szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
A melegítő tüzelés levegő szennyezése		
SO ₂ ⁴	0 - 100 g/t	0 - 80 mg/m ³
NO _x ⁴	0 - 100 g/t	0.5 - 700 mg/m ³
Króm ⁴ (a vegyi kezelő zónából)	0.001 - 0.360 g/t	< 0.08 - 1.7 mg/m ³
Sav cseppecskék		
Szennyvíz ⁴	(~0.002) - (~5) m ³ /t	
Összes szuszpendált szilárd részecske	0.04 - 11 g/t	0.2 - 25 mg/l ⁵
COD	5 - 150 g/t	23 - 750 mg/l
Hulladékok: ³		
Olajos iszap	0.004 –0.3 ⁶ kg/t	
Szennyvíz iszap	0.1 - 1.5 kg/t	
Táblalemez hulladék ¹	1.5 - 36 kg/t	
Zn tartalmú anyag ⁴ (vakarék, felületi tapadvány, salakok, por)	0 - 4.5 kg/t	
Salak		

¹ Forráshely [Com-CC-2]

² Forráshely [EUROFER CC]

³ Egyetlen üzem adata [EUROFER CC]

⁴ Forráshely [EC tanulmány], beleértve a kezelés nélküli kibocsátást, a szórási tartomány alsó végét [Com-CC-2]

⁵ Mértékegység módosítva mg/m3-ről mg/l-re..

⁶ Az adatok 3 üzemből származnak, beleértve a kenőolajok és hidraulika folyadék elfolyást, elhelyezést vagy belső visszaforgatást.

B.3-1 táblázat: A teljes tűzhorganyzó sor fogyasztási és kibocsátási szintjei

7.2 Az acél tűzihorganyzása

7.2.1 Az acéllemez pácolása

A hideghengerművek pácolásának adatai erre a szektorra is érvényesek.

Beviteli / fogyasztási szint		
HCl		kg/t
Kibocsátási / szennyezési szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Hulladék gáz ¹ : HCl	0.12 g/t	
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CC]		
¹ Egyetlen üzem adata		

B.3-2 táblázat: A pácolás fogyasztási és kibocsátási szintjei

7.2.2 Zsírtalanítás

A zsírtalanítás és kefése tisztítás során képződő füstgázokat összegyűjtve gázmosóba vezetik, ahol víz vagy nátronlúgos oldat segítségével tisztítják, vagy pedig gázmosás nélkül egyenesen a csepplévasztóba vezetik.

Az elhasznált zsírtalanító vegyszert, valamint a mosás és kefése tisztítás szennyvizét elengedés előtt a szennyvíztisztítóban kezelik. A zsírtalanító oldatot általában regenerálják, majd ismét visszavezetik a zsírtalanító kádakba. A kádakból az olajat leválasztják és a nátronlúgos oldat hatóanyagát pedig felfrissítik.

Néha az oldatot emulzió szeparáló központban kezelik, majd a biológiai kezelő berendezésbe továbbítják [Com-CC-2].

A nátronlúgos oldatból kiválasztott olajat hőtermelő berendezésben tüzelik el.

Beviteli / fogyasztási szint		
Víz	0.063 – 0.25	m ³ /t
Detergensek	< 0.45	kg/t
Kibocsátási / szennyezési szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Levegő: NaOH, (PO ₄) ²⁻	0.05 g/t	
Szennyvíz NaOH, (PO ₄) ²⁻	0.45 kg/t	
Olaj		
Hulladékok: Olajos iszap Fe ₂ O ₃ , Fe SO ₄	0.18 kg/t	
Forráshely [Com-CC-2], egyetlen üzem adata		

B.3-3 táblázat: A zsírtalanítás fogyasztási és kibocsátási szintjei

7.2.3 Hőkezelés

Nem oxidáló típus (KLK)

Itt tüzelésre – egyes esetekben előzőleg kéntelenített – földgázt és kamragázt használnak. Az ilyen típusú kemencékben a csupasz lánggal közvetlenül hevítik fel a szalag felületét. Mivel az olaj a kemencében leég, ezért a szalag zsírtalanítása feleslegessé válik. Ugyanakkor az olaj leégésekor keletkező égéstermékek a fűtőanyag elégésekor keletkező égéstermékekhez hozzáadódva járulékos légszennyezést termelnek. A kibocsátott légszennyezők: CO₂, CO és NO_x. Mivel a kemence redukáló feltételek mellett üzemel, a semleges gáz használata folytán, ezért a távozó füstgáz is tartalmaz H₂ és N₂ összetevőket.

Ha fűtőanyagként kamragázt használnak, akkor SO₂ is keletkezik – a fűtőanyag kén tartalmától függően.

Hősugárzó típus (KFK)

Mivel itt a láng nem kerül közvetlen érintkezésbe a szalag felületével, ezért itt csak a gáz elégetése termel szennyező anyagokat, amelyek főleg CO₂/CO, NO_x és SO₂ összetevőket tartalmaznak, ha kamragázt használnak fűtőanyagként.

Beviteli / fogyasztási szint		
Hidrogén	0.75 – 2.5	Nm ³ /t
Nitrogén	13 - 80	Nm ³ /t
NH ₃ (lebomlott) ³	0.7	Nm ³ /t
Energia		
Kibocsátási / szennyezési szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Hulladék gáz		
Hőkezelő kemence (KFK)		
Szénmonoxid (CO)	1.21 – 23.3	g/t
Nitrogén oxidok (NOx)	55.4 - 105	g/t
Megjegyzés: Forráshely [EUROFER CC], [Com-CC-2] 1 3 üzemi adata		

B.3-4 táblázat: A hőkezelés fogyasztási és kibocsátási szintjei

7.2.4 Tüzi mártó horganyzás (ún. „galvanizálás”)

Korszerű berendezéseknél a megolvasztott fémfürdőt villamos indukciós berendezés segítségével hevítik. A régebbi berendezéseknél még fűtőolajat vagy gázt alkalmaztak a velejáró jellegzetes szennyező kibocsátásokkal (aholis a füstgáz összetétele a fűtőanyag fajtájától függően más és más) ún. CO₂, CO és NO_x; ha pedig kamragázzal tüzelnek, akkor még SO₂ szennyezés is keletkezik. A tüzi horganyzó kádaknál kifröcskölődés és horgany salak is képződik.

Beviteli / fogyasztási szint			
Horgany (bevonó fém) ²	25 – 48	kg/t	
Energia:			
Kibocsátási / szennyezési szint			
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció	
A horganyfürdő hevítés füstgáza ¹			
CO	5 - 10	g/t	
NO _x ²	20 - 40	g/t	
SO ₂ ²	0.2 - 0.5	g/t	
	0.1 - 0.2	g/t	
	0.1 - 0.2	g/t	
Lemezhulladék ³	1.5 - 36	kg/t	
Zn tartalmú anyag ⁴	0 - 4.5	kg/t	
Megjegyzés: Forráshely [ERM65]; s.: Forráshely [Com-CC-2] 1 Villamos fűtésnél nem érvényes. 2 Ha 0.5 % kén tartalmú fűtőanyagot használnak: 110 g NO _x -t és 36 g SO ₂ -t [ERM65].			

B.3-5 táblázat: A tüzi horganyzás fogyasztási és kibocsátási szintjei

7.2.5 Tűzihorganyzás és hőkezelés

A korszerű berendezéseknél a szalagot indukciós kemencében hevítik fel. Ahol a felhevítést hagyományos gáztüzelésű kemencében végzik, ott a füstgáz összetétele az alkalmazott fűtőgáz fajtájától függ.

Beviteli / fogyasztási szint		
Energia		
Kibocsátási / szennyezési szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Hulladékgáz ¹ :		
Szénmonoxid (CO)	0.84 g/l	
Nitrogénoxidok (NOx)	0.93 g/l	
Megjegyzés: Forráshely [Com-CC-2] ¹ olajtüzelésnél együzemi adatok		

B.3-6 táblázat: A tűzihorganyzás és hőkezelés fogyasztási és kibocsátási szintjei

7.2.6 Utókezelések

Olajozás

Manapság már a felületvédő olajréteget főleg elektrosztatikus olajozó gépekkel viszik fel, amelyek elhanyagolható szennyezést bocsátanak ki.

Passziválás – A Cr kibocsátási adatokat ld. a korábbi B.3-1 táblázatban.

Foszfátózás → Nem kaptunk róla adatokat.

7.2.7 Kikészítés

A víz + felületaktív szer együttes alkalmazása a temperáló sornál olyan emulziót eredményez, amelyet elhasználás után össze kell gyűjteni és a szennyvíztisztítóba továbbítani. Nem minden berendezésnél használnak emulziókat, egyesek csak oldatot vagy még azt sem [Com-CC-2].

7.2.8 Szennyvízkezelés

A szennyvízkezelés után a kiválasztott szennyezőkről az alábbi koncentráció adatokról kaptunk jelentést:

Beviteli / fogyasztási szint		
Korróziógátlók, részben Zn alapú		
Biocid szerek: nátrium hipoklorid, és nátrium bromid		
Pelyhesítő szerek: alumíniumszulfát, polimerek		
Kibocsátási / szennyezési szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Szennyvíz kibocsátás	0.43 ^c m ³ /t	
Szennyvíz ^{1,2} :		
Szuszpendált szilárd anyag ³	0.04 ^c – 2.91 ^b g/t	0.2 – 25 ^c mg/l
Vas	0.09 – 0.54 ^b g/l	0.01 – 6 ^c mg/l
Nikkel	0.04 - 0.004 ^b g/t	0.02 ^c mg/l
Zink	0.05 - 0.005 ^b g/t	0.02 ^a – 1.23 ^c mg/l
Ólom	0.0084 ^a g/t	0.03 ^a mg/l
Króm		<0.01–0.43 ^c mg/l
Cr ⁶⁺		0 – 0.02 ^c mg/l
COD	5 – 150 ^c g/t	23 – 750 ^c mg/l
TOC	0.19 - 8.5 ^b g/t	
Szénhidrogének	0.074 ^a g/t	0.28 ^a – 5 ^c mg/l
Olaj és zsír	0.073 – 2.7 ^b g/t	
Foszfor	0.0008 - 0.07 ^b g/t	0.08 ^a – 10 ^c mg/l
Vízkezelési iszap (száraz anyag)	0.1 – 1.5 kg/t	
Vegyí kezelési iszapok (vizes oldatok és iszapok a kromatózási folyamatból, száraz anyag)	0.12 ^c kg/t	Cr és Cr ⁶⁺ magas konc. értékei
Megjegyzés: Forráshely, a: [Com D], b: [Com-CC-2], c: [EC tanulmány]		
¹ egyes számértékek egyetlen üzemből származnak, a teljes adatbázis max. 6 üzem adatait tartalmazza		
² a fajlagos kibocsátási és koncentráció értékek nem szükségszerűen ugyanazon üzemre vonatkoznak		
³ [EC tanulmány] adatai szerint ez 11 g/t TSS értékig mehet		

B.3-8 táblázat: A szennyvízkezelés fogyasztási és kibocsátási szintjei

7.3 Az acéllemez bevonása alumíniummal (alumínizálása)

Az alumínium felületbevonás folyamata megnöveli a légszennyezést – nevezetesen a kemencékben elégetett fűtőanyagok égéstermékével és az olyan melléktermékekkel, mint a salak. Ez a folyamat nagyon hasonló a tűzi mártó horganyzáshoz, ami a fő égéstermékek kibocsátását, a hűtővíz és melléktermékek, ún. salak termelését illeti.

A távozó víz jellemző értékei: pH = 6,0 ... 8,5, hőmérséklet < 21 C°, mennyisége 500 m³/nap.

Energia fogyasztás	- villamos	67 kWh/t
	- gáz	273 kWh/t
	- víz	0,11 m ³ /t [Com-CC-2]

7.4 *Az acéllemez bevonása ólom-ón ötvözetrel*

A Terne fürdőnél egyáltalán nincs ólom szennyező kibocsátás (380 ... 450 C° üzemi hőmérsékleten), az adott munkahelyek környezetében lefolytatott széles körű vizsgálat adatai szerint [EUROFER CC].

Ugyanakkor a Terne fém és a kezelő kád fűtéséből származhatnak légszennyezési kibocsátások (égéstermékek).

Szennyező anyagokat bocsát ki az olajfürdő és a Terne kezelő tartály kimenete, amint az anyag továbbhalad a katalitikus oxidáló felé. Ez a szénhidrogének az 50 ... 250 feletti molsúlyig terjedő tartományát oxidálja. A tisztítókból, pácolóból, nikkel bevonat képzőből és folyasztó szeres szakaszból származó füstgázokat kibocsátás előtt vizes gáztisztítón vezetik keresztül [ERM95].

Egyes információk szerint az olajfürdőket (és a katalitikus oxidálókat) is mára már megszüntették, és sűrített levegő fűvókás berendezéssel szabályozzák a bevonat vastagságát [Com-CC-2].

8 A FOLYAMATOS TŰZIHORGANYZÓ SOROK ELT SZEMPONTJÁBÓL FIGYELEMBE VEENDŐ ELJÁRÁSAI

8.1 Az acéllemez tűzihorganyzása

8.1.1 Általános tanácsok az egész üzemre nézve

8.1.1.1 Olajfelfogó tálcák vagy pincék alkalmazása

Ismertetés:

A tűzihorganyzó soroknál különböző hidraulika állomások, valamint olaj- és zsírkenő rendszerek alkalmazása szükséges. Ezeket az egységeket rendszerint az elfolyást megakadályozó tálcákban vagy pincékben helyezik el, melyek megakadályozzák a munkafolyadékok talajba jutását elfolyás esetén [Com-CC-2].

8.1.1.2 Olaj tartalmú hulladékok újra felhasználása

Ismertetés:

Az olyan olaj tartalmú hulladékokat, mint a tálcákban és a zsompokban felfogott olaj és a vízkezelő üzemek olajleválasztójából származó olajiszap, össze kell gyűjteni és a többi hulladéktól külön tárolni. Az összegyűjtött olajos hulladékok azután felhasználhatók fűtőanyagként a nagyolvasztóban (integrált vasmű esetén) – ahelyett, hogy feltöltésre használnák [Com-CC-2].

8.1.2 Az acéllemez pácolása

Az acéllemez tűzihorganyzó üzemek pácolójának ELT szempontjából figyelembe veendő eljárása azonos a hideghengermű pácolójáéval. Ezekre az eljárásokra vonatkozóan ld. az A.42.1.1, A.4.2.1.4, A.4.2.1.5 – A.4.2.1.10, A.4.2.1.16, A.4.2.1.17, A.4.2.1.22 – A.4.2.1.25 fejezeteket.

8.1.3 Zsírtalanítás

8.1.3.1 A zsírtalanító oldatok többlépcsős használata

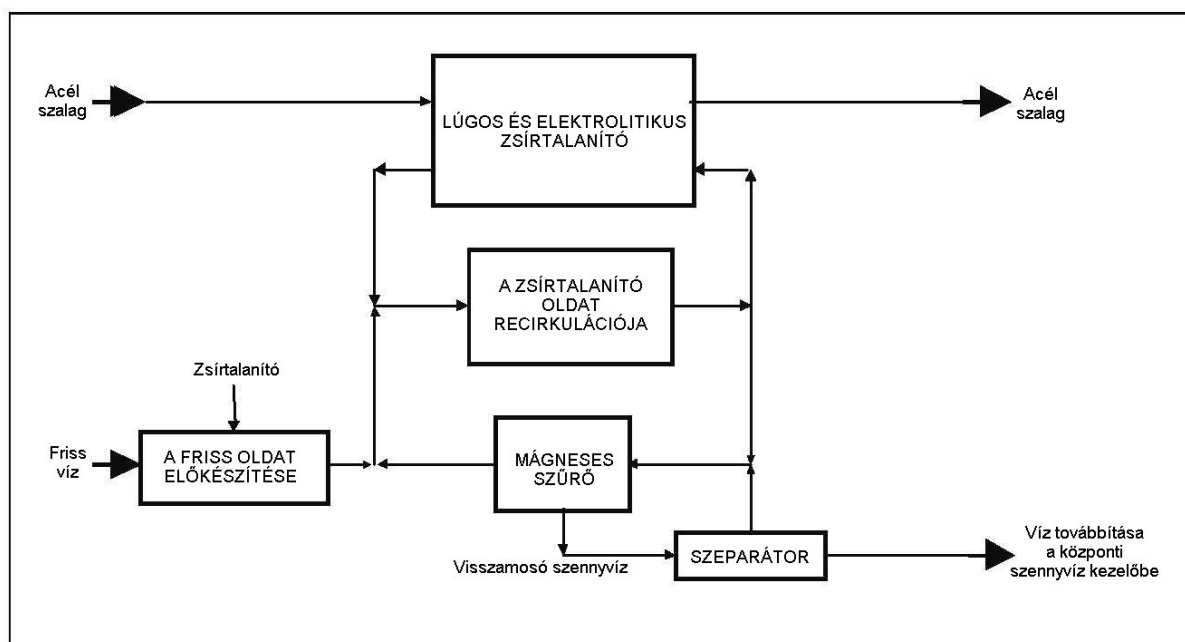
Ismertetés:

Az elektrolitikus zsírtalanító oldatát bizonyos olajszint elérése után fel lehet használni felszórásra az olajos felületbevonó szakaszban. Az elhasznált zsírtalanító oldatot a felszóró

szakaszból azután regenerálásra lehet továbbítani. A regeneráló berendezésekből származó olajmaradványokat a helyszínen kívül el lehet égetni, a mosóvizeket pedig a központi szennyvízkezelőben megtisztítani. Az elfolyó oldatokat össze kell gyűjteni és kezelni.

8.1.3.2 A zsírtalanító oldatok tisztítása és recirkulációja

Ismertetés: – részletesen ld. a D.4.3 fejezetben.



B.4-1 ábra: Példa a zsírtalanító oldat recirkulációs rendszerére [CC11/99]

8.1.3.3 Zsírtalanítás az olaj leégetése útján a hőkezelő kemencében

Ismertetés:

Az acélszalag felületén lévő olaj a hőkezelő kemencében leég. Elmarad a lúgos zsírtalanítás.

8.1.3.4 Az elhasznált zsírtalanító oldatok kezelése

Ismertetés: – ld. D.4.4 fejezetben.

8.1.3.5 A lúgos szennyvíz kezelése

Ismertetés: – ld. D.4.5 fejezetben.

8.1.3.6 A zsírtalanító gőzeinek felfogása és kezelése

Ismertetés:

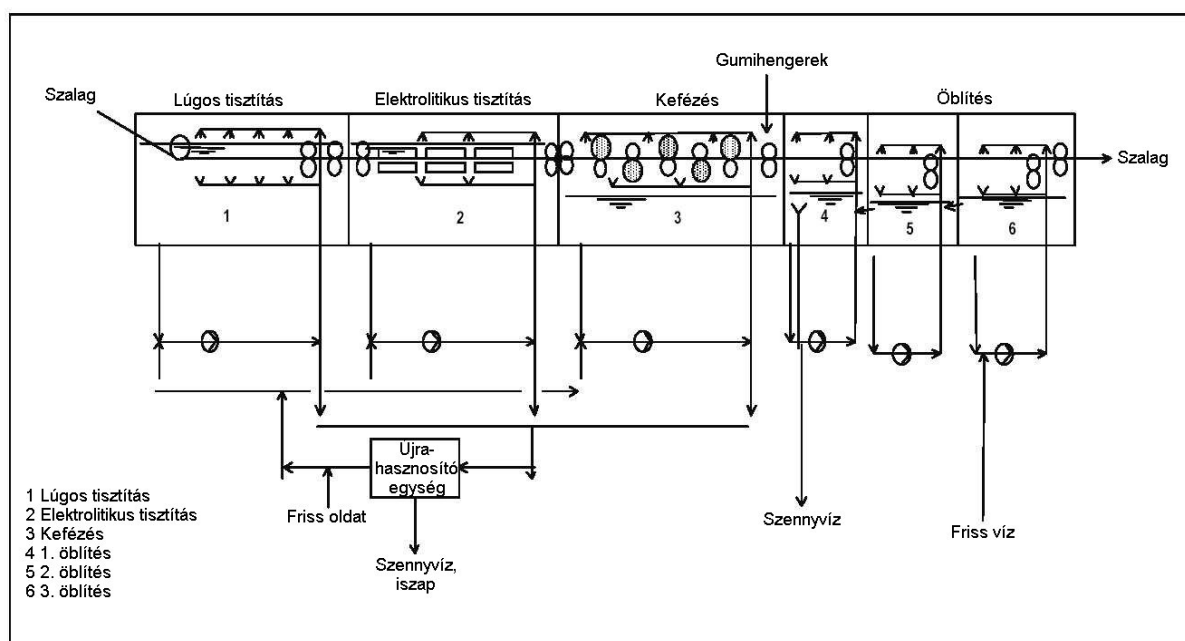
A zsírtalanítóban keletkezett gőzöket elszívó berendezés gyűjti össze és gázmosóba, vagy cseplevélválasztóba továbbítja. A gázmosó szennyvizét a tisztítóműbe továbbítják.

8.1.3.7 Gumihengerek alkalmazása

Ismertetés:

Az acéllemez felületén visszamaradó zsírtalanító oldatot vagy öblítő vizet mindegyik kezelési szakasz elhagyása előtt gumihengerekkel törlik le. Ezáltal megakadályozható az oldat továbbjutása a következő szakaszba, minimálisra csökkenthető a vegyszer veszteség és az öblítő víz elszennyeződése is [Com-CC-2].

Az alábbi ábrán egy példát mutatunk be az acélszalag tűzi mártó horgany-zásának vegyi előkezelő szakaszára, ahol gumihengereket és többlépcsős öblítést alkalmaznak (az öblítő víz hatékony felhasználásával).



B.4-2 ábra: Az acéllemez tűzi mártó horganyzó sorának vegyi előkezelő szakasza (példa) [CC 11/99]

8.1.4 Hőkezelés

8.1.4.1 Alacsony NOx kibocsátású égők

Ismertetés: – ld. D.2.1 fejezetben.

8.1.4.2 Az égési táplevegő előmelegítése visszanyert hővel

Ismertetés: – ld. D.1.1 és D.1.2 fejezetben.

8.1.4.3 A szalag előmelegítése visszanyert hővel

Ismertetés:

A bemeneti hurokfesztítő után a szalag végtelenítő hegesztésének időtartama áthidalására a szalagot olyan előmelegítő zónán vezetik át, ahol a füstgáz megmaradt hőtartalmát hasznosítják erre a célra [Com-CC-2].

8.1.4.4 Gőztermelés visszanyert hővel

Ismertetés: – Nem kaptunk róla sem leírást, sem műszaki adatokat.

8.1.4.5 Indukciós hevítő rendszerek

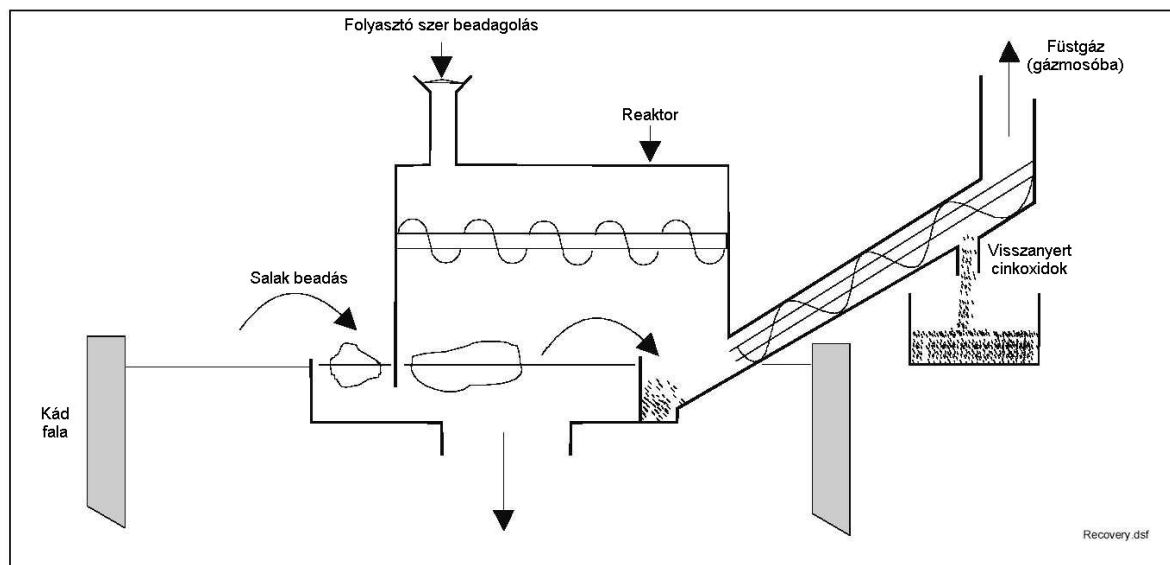
Ismertetés: – Nem kaptunk róla sem leírást, sem műszaki adatokat.

8.1.5 Tűzi mártó horganyzás (ún. „galvanizálás”)

8.1.5.1 Salak kezelés

Ismertetés:

A tűzi mártó horganyzási soroknál a horgany, mint bevonati fém tartalmának több, mint 10 %-a salakként jelenik meg – többnyire Zn és ZnO formában – a megolvadt horganyfürdő felületén. Mivel ez hátrányos hatást gyakorol a horganyzott acélfelületre, ezért kézzel eltávolítják. A keletkező mellékterméket azután horganyfeldolgozó üzemnek adják el, vagy pedig közvetlenül a helyszínen kezelve cinkhamut állítanak elő belőle, melynek a térfogata csak az eredeti 20 %-át teszi ki, s azután így adják el a horganygyártó iparnak magasabb áron. A B.4-3 ábrán a horgany visszanyerő üzem vázlatát mutatjuk be [DFIU].



B.4-3 ábra: A horganysalakból történő horgany visszanyerő rendszer vázlatos ábrázolása [DFIU-99]

8.1.5.2 A bevonatképző anyag salakjának külső hasznosítása

Ismertetés:

A horgany salakot összegyűjtik és újrahasznosításra visszaadják a horganyszállítónak [Com-CC-2].

8.1.6 Tűzhorganyzás és hőkezelés

8.1.6.1 Villamos indukciós kemence

Ismertetés:

A villamos indukciós kemence alkalmazása viszonylag új eljárás a tűzi mártó horganyzás terén. Ez alkalmazható a már bevonattal ellátott szalag hőkezelésére, valamint a szerves bevonatképzés szárító szakaszában (ha van ilyen) a végső kikészítési fázisban. Szigorúan véve ez az eljárás sem új már (kb. 5 évvel ezelőtt jelent meg). Azonban folyamatos tökéletesítésen megy át, ún. frekvencia módosítások és egyéb.

Ez az eljárás javíthat a hagyományos kemencék környezetvédelmi kialakításán – amennyiben tűzi mártó horganyzásról van szó –, mivel hogy itt nincs szennyező gáz kibocsátás. Ugyanakkor a villamos energia ára nem feltétlenül elfogadható [Com-CC-2].

8.1.7 Utókezelések

8.1.7.1 A szalag olajozó gép lefedése

Ismertetés: – Nem kaptunk róla leírást sem, műszaki adatokat sem.

8.1.7.2 Elektrosztatikus olajozás

Ismertetés:

Itt valamilyen gyengén előmelegített (korrózióvédő vagy mélyhúzási) olajat visznek fel elektrosztatikus úton a horgany felületre. A felhordó gépet burkolattal látják el, s a felesleges olajat összegyűjtik és újra injektálják [Com-CC-2].

8.1.7.3 A foszfátozó oldat tisztítása és újra felhasználása

Ismertetés:

A foszfát oldatot visszakeringtetés során szűrik. A kivezetett oldatnak csak kis mennyiségét távolítják el időnként és továbbítják külső kezelésre. Az öblítő szakaszból elvezetett szennyvizet ugyancsak máshol kezelik, a szennyvíztisztítóban. Ez a kezelés szintén történhet a helyszíntől távolabb [Com-CC-2].

8.1.7.4 A kromátozó oldat tisztítása és újra felhasználása

Ismertetés:

A króm oldatot a visszakeringtetés során szűrőkkel tisztítják meg. A kivezetett oldatnak csak kis mennyiségét távolítják el időnként és továbbítják külső kezelésre. Az öblítő szakaszból elvezetett szennyvizet ugyancsak máshol kezelik, a szennyvíztisztítóban. Ez a kezelés szintén történhet a helyszíntől távolabb [Com-CC-2].

8.1.7.5 Lefedett technológiai kádak és tároló tartályok

Ismertetés:

A tároló tartályokat és vegyi kezelő kádakat (elszívó rendszerrel ellátott) védőburkolattal látják el, s ezzel gyűjtik össze a füstgázokat és a maró anyagú gőzöket tartalmazó szennyezett levegőt [Com-CC-2].

8.1.7.6 Gumihengerek alkalmazása

Ismertetés:

Az acélszalag felületén visszamaradó oldatot gumihengerekkel tartják vissza, mielőtt az továbbhalad a következő kezelési szakaszba. Ez meggátolja az oldat továbbjutását a következő szakaszba, minimálisra csökkentve a vegyszer veszteséget [Com-CC-2].

8.1.7.7 Fordított ozmózis alkalmazása ionmentesített víz előállítására

Ismertetés:

A vegyi kezelő oldatok és az öblítő víz előkészítéséhez ionmentesített vízre van szükség. Ezt korábban ioncserélő szűrőkkel végzett sóalanítással oldották meg. Mivel azonban ezeknek a szűrőknek a regenerálásához vegyszerekre és vízre van szükség, sőt a regenerálás további melléktermékkal jár...

8.1.8 Kikészítés

8.1.8.1 A dresszírozó/temperáló oldat összegyűjtése és kezelése

Ismertetés:

A horgany részecskéket és korrózióvédő vegyületeket tartalmazó elhasznált oldatot az üzemi szennyvíz kezelőbe továbbítják. Ez a víz azután visszavezethető ugyanazon célra, vagy más felhasználásra. A temperálás során keletkező elhasznált emulziót felfogják és a vízkezelőbe továbbítják [EUROFER CC].

8.1.9 Szennyvízkezelés

Általában véve a szennyvíz kezelő üzemek nemcsak magának a felületbevonó üzemnek, hanem az összes hengerműi berendezésnek a keletkező szennyvizét is együtt tisztítja. Ezek az üzemek rendszerint 3 különböző tisztítási körből állnak: **krómos víz, olajos víz és általános víztisztító vonal**.

8.1.9.1 Krómos víz vonala

Ismertetés:

Ennek a tisztítási részlegnek a feladata az, hogy eltávolítsa a krómionokat a vízből, főleg a Cr(VI)-ot a nagyfokú mérgező tulajdonsága miatt és a Cr(III)-at. A kezelő üzemben a Cr(VI) redukálódik Cr(III)-má nátrium-biszulfid vagy vasklorid hatására; ez utóbbit részesítik előnyben a simább reakció lefolyás miatt a pH-értéket illetően, mivel a biszulfidos reakcióhoz jóval alacsonyabb pH-jú közegre van szükség, ami magasabb sav fogyasztással jár [EUROFER CC].

8.1.9.2 Olajos vízrendszer

Ismertetés:

A bevonatképző folyamat előtti szalag zsírtalanító berendezésből származó szennyezett vizes folyadékot semlegesítő tartályba vezetik; s a semlegesítést sósav hozzáadással végzik. Ha rendelkezésre áll más technológiai lépcsőkből származó savas szennyvíz (pl. savas mosóvíz), akkor ez is felhasználható semlegesítésre [Weigel]. Ezután a lépcső után a távozó víz homogenizáló tartályba jut, azt követően pedig a koaguláló és flokkuláló szakaszba [EUROFER CC].

8.1.9.3 Általános szennyvíz rendszer

Ismertetés:

Ez a szennyvíz kezelés flokkulálásból, majd szűrésből és hűtésből áll. Az olaj és a szilárd részecskék eltávolításának javítása céljából kis mennyiségű koaguláló vegyszerre, a mikroflokkulálás létrehozásához pedig polielektrolit adagolására van szükség.

8.1.10 Hűtővíz rendszer

8.1.10.1 Zárt hűtővíz rendszer

Ismertetés: – ld. a D.9.2 fejezetben.

Ez elkülönített és zárt hűtővíz rendszert képez, amelyben a vizet elpárologtató tornyok vagy lemezes hőcserélők alkalmazásával hűtik vissza.

8.1.10.2 A hűtővíz újra felhasználása

Ismertetés:

A vízrendszer tervezési kialakításánál gondoskodnak a hűtővizek visszavezetéséről a folyamatba, vagy más célra [Com-CC-2].

8.2 *Felületbevonás alumíniummal és ólom-ón (Terne) ötvözetel*

Az ELT eljárás meghatározásához figyelembe veendő szempontok lényegében itt ugyanazok, mint a tűzihorganyzásnál, ha ugyanazokat a technológiai lépcsőket (pl. pácolást, passziválást,

stb.) alkalmazzák. Az ólom-ón (Terne) ötvözetes bevonásnál ezen kívül az alábbi pótlólagos munkafolyamatok is felmerülnek:

8.2.1 Nikkel bevonatképzés

Ismertetés:

Az elektrolitikus nikkel bevonatképző berendezés zárt rendszerű, s az elszívott levegőjét nedves gáztisztítóba vezetik [Com-CC-2].

8.2.2 Tűzi mártó horganyzás

8.2.2.1 A vastagság szabályozása sűrített levegős lefúvatással

Ismertetés:

Itt a bevonat vastagságának szabályozására olyan sűrített levegős fúvató készüléket alkalmaznak, amely lesöpri a szalag felületéről a felesleges bevonó fémet [Com-CC-2].

9 A FOLYAMATOS BEVONATKÉPZŐ SOROK ELT ELJÁRÁSAI

E fejezet tartalmának jobb megértése érdekében felhívjuk az Olvasó figyelmét e dokumentum előszavára, nevezetesen annak 5. szakaszára: „Hogyan kell érteni és felhasználni ezt a dokumentumot”. Az ebben a fejezetben bemutatott eljárások és a hozzájuk tartozó kibocsátási és/vagy fogyasztási szinteket, ill. szint-tartományokat iterációs módszer alkalmazásával állapítottuk meg, az alábbi lépéseket követve:

- A folyamatos felületbevonó sorok környezeti kulcstényezőinek megállapítása. E fontos tényezők közé tartoznak: savas légszennyező anyagok kibocsátása, hulladékok és szennyvíz; légszennyező kibocsátás a kemencékből; a kemencék energia fogyasztása; Zn-tartalmú maradványok, valamint olaj- és krómtartalmú szennyvizek.
- Az e kulcstényezőkre leginkább jellemző eljárások vizsgálata.
- A környezet szempontjából legjobbnak tekinthető teljesítményszint meghatározása az Európai Unióban és világszerte rendelkezésre álló adatok alapján.
- Azoknak a feltételeknek a megállapítása, amelyek mellett ezeket a teljesítményszinteket elérték; ún. költségek, a felhasznált/kibocsátott közegekre gyakorolt hatásai, ezen eljárások alkalmazásának főbb motiváló tényezői.
- Az ELT eljárások, valamint a hozzájuk tartozó kibocsátási és/vagy fogyasztási szintek kiválasztása erre a szektorra vonatkozóan általános értelemben – az (EU) Irányelvek IV. függelékének és 2(11) cikkelyének megfelelően.

Az Európai IPPC Iroda és az ezzel foglalkozó Műszaki Munkacsoport (MMCs) szakértői véleményei kulcsszerepet játszottak ezeknek a munkafázisoknak a végrehajtásában, valamint annak a módszernek a kialakításában is, ahogyan ezt az információt itt bemutatjuk.

Ezeket a megállapított eljárásokat – és amennyire az lehetséges volt – a hozzájuk tartozó kibocsátási és fogyasztási szinteket is ebben a fejezetben úgy mutattuk be, mint amelyek az iparág egészére érvényesek, és számos esetben tükrözik az iparág egyes üzemének jelenlegi gyakorlatát. Ahol a kibocsátási vagy fogyasztási szinteket az „ELT eljárással kapcsolatos” adatként mutattuk be, ott ezt úgy kell érteni, hogy azok a szintek képviselik ebben az iparágban az adott eljárás alkalmazásának eredményeképpen várhatóan elérhető környezetvédelmi teljesítményt – szem előtt tartva az ELT definícióján belül a felmerülő költségek és hátrányok mérlegelését is. Ezek azonban nem tekinthetők sem kibocsátási, sem fogyasztási határértékeknek, és nem is szabad azokat így értelmezni. Egyes esetekben műszakilag ugyan még ennél is jobb kibocsátási vagy fogyasztási szintértékek valósíthatók meg, de ugyanakkor mérlegelve az ezzel járó költségeket vagy a többi közegre gyakorolt hatását, az még sem tekinthető ELT eljárásnak az iparág egészére nézve. Az ilyen szintek azonban mégis figyelembe vehetők egyes kiemelt esetekben, ahol azok alkalmazását speciális tényezők indokolják.

Az ELT eljárás alkalmazásával kapcsolatos kibocsátási és fogyasztási szinteket tehát együtt kell mérlegre tenni az összes fajlagos referencia feltétellel (pl. az átlagolási periódusokkal).

Az „ELT eljárásokhoz tartozó szintek” fentebb ismertetett koncepcióját meg kell különböztetni az „elérhető szint” fogalmától, amit e dokumentumban más helyen használtunk. Ahol valamely szintet „elérhető” jelzővel említettünk valamely eljárás vagy több eljárás kombinációjának a használatára vonatkozóan, ott ezt úgy kell érteni, hogy az adott szint egy bizonyos üzemeltetési idő után várhatóan elérhető – jól karbantartott és üzemeltetett berendezés vagy technológiai eljárás feltétele mellett.

Ahol a költségekre vonatkozó adatok rendelkezésre álltak, ott azokat az előző fejezetben bemutatott eljárás leírásával együtt közöltük. Ezek megközelítő képet adnak az alkalmazással járó költségekről is. Azonban valamely eljárás alkalmazásával járó tényleges költségek minden esetben jelentősen függenek az adott helyszín sajátos helyzetétől – pl. adók és járulékok, valamint az illető berendezés műszaki jellemzői. Ebben a dokumentumban nem lehet teljességgel kiértékelni az ilyen, kizárólag az adott helyszínre jellemző tényezőket. A költségekre vonatkozó adatok hiányában lehetetlen az adott eljárás gazdaságos alkalmazására vonatkozóan sem következtetéseket levonni – csupán a meglévő berendezések vizsgálata alapján.

A szándékunk az volt, hogy az ebben a fejezetben bemutatott általános ELT eljárások referencia pontként szolgáljanak a meglévő berendezések jelenlegi teljesítményének megítéléséhez, vagy pedig új berendezés tervezésekor a javaslat kidolgozásához. Ily módon jó szolgálatot tehet a megfelelő „ELT alapú” feltételek meghatározása valamely berendezés telepítéséhez vagy létesítéséhez a 9(8) cikkely alatti általánosan kötelező érvényű szabályok betartása szempontjából. Véleményünk szerint az új berendezések tervezése vagy megvalósítása során még az itt bemutatott általános ELT szinteknek megfelelő vagy még annál jobb teljesítmény is elérhető. Tehát figyelembe vettük, hogy a meglévő berendezések is az általános ELT szintek irányába, vagy annál magasabb szint felé haladnak, ami minden egyes esetben az eljárások műszaki és gazdasági alkalmazhatóságától függ.

Míg az ELT RD nem állapít meg törvényesen kötelező szabványokat, ugyanakkor támpontokat ad az iparág, a tagállamok és a nyilvánosság számára az elérhető kibocsátási és fogyasztási szintekről, a meghatározott technológiai eljárások alkalmazása mellett. Minden egyes meghatározott esetben a hozzá tartozó határértékeket úgy kell megállapítani, hogy figyelembe vesszük az IPPC Irányelveket és a helyi szempontokat is.

Ez a fejezet bemutatja a folyamatos felületbevonó soroknak a környezetre gyakorolt káros hatásait csökkentő ELT eljárásokat. Ahol csak lehetséges, a leírás felépítése a technológiai sor logikáját követi, megállapítva a folyamat minden egyes lépcsőjére a hozzá tartozó ELT eljárást. Egyes intézkedések azonban – különösen az elsődleges vagy megelőző intézkedések – nem rendelkeznek hozzá egyetlen technológiai lépcsőhöz sem, s ezért az üzem egészéhez kell hozzárendelni azokat. Amennyire csak lehet, és ahol ezt a rendelkezésre álló adatok lehetővé teszik, ott megadtuk a kibocsátási szinteket, hatékonysági vagy visszakeringtetési százalékarányokat, mint az adott eljárás bevezetésével járó javulás mértékét. Számos eljárásnál a nyilvánvalóan pozitív hatás nem is jellemezhető pontos számadattal, de azért ezeket az eljárásokat mégis az ELT körébe soroltuk.

Más megjegyzés hiányában a következő ELT fejezetekben bemutatott kibocsátási szám adatok napi középértékként értendők. A levegőszennyezés esetében ezek a szabványos 273 K hőmérséklet, 101,3 kPa nyomás és száraz gáz feltétele mellett érvényesek.

A vízszennyezési adatok napi középértékek, amelyek napi 24 órás összetett minta áramlási mennyiségére vonatkoznak, vagy pedig az áramlási mennyiségre vonatkoztatott összetett mintát a tényleges üzemeltetési időre vonatkoztattuk (olyan üzemeknél, amelyek nem 3 műszakban üzemelnek).

9.1 Az acéllemez tűzihorganyzása (ún. „galvanizálása”)

A **pácolás** ELT eljárására vonatkozóan ld. az „A” rész, Hideghengerművek c. fejezetben foglaltakat.

A folyamatos tűzihorganyzó üzemek **zsírtalanító** berendezéseinél az alábbi eljárások sorolhatók az ELT körébe:

- Többlépcsős zsírtalanítás.
- A zsírtalanító oldat tisztítása és recirkulációja; ennek megfelelő módszerei a mechanikai tisztítás és membrános szűrés – ld. A.4 fejezetben.
- Az elhasznált zsírtalanító oldat kezelése elektrolitikus emulzió bontással vagy ultraszűréssel az olajtartalom csökkentése céljából; a szeparált olaj frakciót pl. elégetés útján kell hasznosítani; a szeparált víz frakciót pedig a szennyvíz tisztítóban kezelni (semlegesíteni, stb.).
- Lefedett tartályok alkalmazása elszívó berendezéssel, s az elszívott levegő kezelése gázmosóval vagy cseppleválasztóval.
- Gumihengerek alkalmazása a fürdők folyadékának visszatartására.

A **hőkezelő kemencék** szennyező kibocsátásának és energia fogyasztásának csökkentését célzó ELT eljárások körébe a következőket soroljuk:

- Alacsony NO_x kibocsátású égők alkalmazása 250 – 400 mg/Nm³ NO_x (3 % O₂) levegő előmelegítés nélkül és 100 ... 200 mg/Nm³ CO szennyező kibocsátási szinttel.
- Az égési levegő előmelegítése regeneratív vagy rekuperatív égőkkel. Ezzel kapcsolatban az NO_x koncentrációjáról nem kaptunk adatokat, de az újrahevítő kemencékről rendelkezésre álló szám adatokat mégis útbaigazításul szolgálhatnak. Az NO_x csökkentésére alkalmas megoldásnak az előmelegítési hőmérséklet korlátozása tekinthető. Itt azonban mérlegre kell tenni az alacsonyabb energia fogyasztással, valamint az SO₂, CO₂ és CO tartalom csökkenésével szemben a megnövekvő NO_x kibocsátással járó esetleges hátrányokat is.

vagy

- A szalag előmelegítése.
- A füstgáz hőtartalmának visszanyerése gőztermelés útján.

A **tűzi mártó horganyzás** fémfürdő kádja Zn-tartalmú maradványokat, salakot vagy kemény horganyt termel. Itt az ELT eljárás ezeknek a maradványoknak az elkülönített összegyűjtése és külső hasznosítása a színesfém-iparban.

Ahol **lágýtást és tűzihorganyzást** végeznek, ott az ELT eljárások a következő szennyező kibocsátások és energia fogyasztás csökkentését célozzák:

- Alacsony NO_x kibocsátású égők alkalmazása, melyeknél a levegő előmelegítése nélkül 250 ... 400 mg/Nm³ NO_x (3 % O₂) szennyezést bocsátanak ki.
- Regeneratív vagy rekuperatív égőrendszerek használata.
- Ezzel kapcsolatban az NO_x koncentrációjáról nem kaptunk adatokat, de az újrahevítő kemencékről rendelkezésre álló számadatokat mégis útbaigazításul szolgálhatnak. Az NO_x csökkentésére alkalmas megoldásnak az előmelegítési hőmérséklet korlátozása tekinthető. Itt azonban mérlegre kell tenni az alacsonyabb energia fogyasztással, valamint az SO₂, CO₂ és CO tartalom csökkenésével szemben a megnövekvő NO_x kibocsátással járó esetleges hátrányokat is.

Az acél felületének védelme céljából olyan utókezeléseket alkalmaznak, mint az olajozás, foszfátózás és kromátozás. Az **olajozásnál** olajköd képződik, amely a következő módon csökkenthető a leginkább:

- A csévéelő leburkolása vagy
- Elektrosztatikus olajozás.

A **foszfátózás és passziválás/kromátozás** környezetre gyakorolt káros hatásai az alábbi ELT eljárásokkal csökkenthetők:

- A technológiai kádak ellátása burkolattal.
- A foszfátózó oldat tisztítása és újra felhasználása.
- A passziváló oldat tisztítása és újra felhasználása.
- Gumihengerek alkalmazása.
- A dresszírozó/temperáló sor oldatának összegyűjtése és kezelése a szennyvíztisztítóban.

A gépek, stb. **hűtésénél** külön zárt hurkú hűtővíz rendszer kialakítása tekinthető ELT eljárásnak.

Szennyvíz keletkezik a lemez tűzihorganyzása során a vegyszeres kezelő szakaszokban és az öblítési műveletek során. A szalaghűtés is bocsát ki szennyvizet, amely erősen koptató hatású porral szennyezett, valamint a dresszírozó sor munkahengereinek kollektorai is, amelyek a tisztítást szolgálják, itt a víz Zn-tartalmú porral és kenőolajjal szennyezett. Ezek a szennyvizek ugyancsak kezelést igényelnek, amely ülepítésből, szűrésből és/vagy flotációs/ülepítési/flokkulálási műveletből áll. A 4. fejezetben ismertetett eljárások, vagy az egyes kezelési lépések egyaránt hatékony kombinációja (ld. „D” részben is) tekinthetők ELT eljárásnak. Az elfolyó vizekhez tartozó szennyező koncentráció értékek a következők:

SS:	< 20	mg/l
Fe:	< 10	mg/l
Zn:	< 2	mg/l
Ni:	< 0.2	mg/l
Cr _{tot} :	< 0.2	mg/l
Pb:	< 0.5	mg/l
Sn:	< 2	mg/l

Az egyes meglévő folyamatos vízkezelő üzemeknél az Zn szintje < 4 mg/l, ami egyáltalán elérhető. Ezekben az esetekben a legjobb megoldás átállni a szakaszos kezelésre.

9.2 Az acéllemez bevonása alumíniummal

Itt az ELT eljárások ugyanazok, mint a tűzi mártó horganyzásnál. Itt azonban nincs szükség a szennyvízkezelő üzemre, mivel csak hűtővíz kibocsátás van.

A hevítés ELT eljárása: Gáztüzelés, égéstermék szabályozó rendszer alkalmazása.

9.3 Az acéllemez bevonása ólom-ón ötvözzel

Itt az ELT eljárások a következők:

- A **pácoló tartályokat** zárt burkolattal és elszívó rendszerrel kell kialakítani, nedves gáztisztítóval vagy mosótoronnyal kiegészítve, pH-szabályozással. Az elérhető HCl szint jóval 30 mg/Nm³ alatt van. A toronyból vagy tartályból távozó szennyvizet a víztisztító műbe kell továbbítani.
- **Zárt nikkelező** eljárásnál az elszívott levegőt gázmosóba kell vezetni.
- A **tűzi mártó horganyzásnál** az ELT eljárást az képezi, hogy a bevonat vastagságát sűrített levegős lefúvatással szabályozzák; ez ugyanis nem jár szennyező anyag kibocsátással.
- A **passziválásnál** az ELT eljárás az, hogy nincs öblítő rendszer, s ennél fogva öblítővíz sem keletkezik, ami kezelést igényelne. Ha szárító szükséges, akkor azt gáztüzeléssel kell kialakítani. Itt sem termelődik szennyvíz.
- **Olajozás** elektrosztatikus olajozó géppel.
- A pácolóból vagy a gázmosóból távozó sav, ill. szennyvíz kezelésére megfelelő víztisztítót kell alkalmazni. Az ilyen típusú technológiai folyamat ELT eljárása nátrium-hidroxidos oldattal működik, amelyet kétlépcsős semlegesítési folyamatban adagolnak automatikus pH-szabályozással irányítva az adagolást. Ezután a flokkuláló szert hozzáadva a szilárd anyagok leülepednek az ülepítő tartályban. A tiszta folyadék a tartályból a lefolyóba, vagy folyóba távozik. A szűrő berendezésben visszamaradó

iszapot szűrőprésben víztelenítik, és azután feltöltésre továbbítják. Az újrahasznosítás útvonala ugyancsak ELT eljárás körébe tartozna – de eddig még nem dolgoztak ki erre megfelelő ELT eljárást.

10 A FOLYAMATOS BEVONATKÉPZŐ SOROK KIEMELKEDŐ ELJÁRÁSAI

10.1 A lemez felületbevonása

10.1.1 Felhordó hengeres felületbevonás

Ezekkel a hengerekkel szerves bevonati vagy festék réteget hordanak fel, amelyekkel manapság a kromátos felületkezelést helyettesítik. Ha összeegyeztethető az ún. „galvanizálás” nagy sebességével, akkor ez az alkalmazás jelentősen megjavítja a kikészítési szakasz környezetvédelmi teljesítményét, mivel itt elmaradnak a krómvegyületeket tartalmazó szennyvizek [Com-CC-2].

10.1.2 Vákuumos fémgőz lecsapátása

Ez a felület-bevonási eljárás olyan fizikai folyamat, amelynek segítségével elpárologatott fém gőzét csapátják le az alapfém felületére vákuum (< 50 Pa) alatt. Magát a fémgőzt főleg a következő 2 eljárás valamelyikével állítják elő: ellenállásos hevítés és elektronsugaras bombázás.

A horganyporos bevonatképző sort a NISSHING Steel Company és a MITSUBISHI Heavy Industry Company cég fejlesztette ki Japánban, kereskedelmi termékeket 1987. óta állítanak elő vele. Ez a gyártósor ellenállás fűtési rendszerrel működik. Maga a gyártási folyamat a következő: előkezelő kemence, tömítő henger, bevonó kamra és elpárologtató fürdő. A gyártósorban az ún. „galvanizáló” sor redukáló kemence rendszerét alkalmazták előkezelő eljárásaként [Com-CC-2].

Fizikai fémgőz lecsapátás (FFL)

Szigorúan véve a fenti eljárás is ide tartozik. De manapság több különböző, az FFL eljárásból eredő megoldást vizsgálnak a gyakorlatban.

Az FFL eljárás alkalmazható tiszta kerámia bevonat (valamint fémek és ötvözetek) felvitelére. A bevonat összetevőinek legalább egy tagját szilárd állapotból vákuum kamrában elgőzöltögtetik. A legfejlettebb eljárásoknál a bevonandó minta képezi a katódot az ívkisülési folyamatban, melynek során az elpárologatott fém és a gáz ionizált atomjai alkotják az ívet. Ily módon pl. a nitrogénben elpárologatott titán TiN vegyületet képez. Az ívkisülés hatására létrejövő ionizáció előnye az, hogy a pozitív töltésű bevonati részecskék a minta felületére nagy sebességre felgyorsulva csapódnak be, s ezáltal tömör, jól tapadó réteget képeznek.

10.1.3 Passzíválás Cr-mentes termékekkel

Tanulmányoztuk a Cr-mentes passzíválási termékeket annak érdekében, hogy módosíthassuk azok összetételét. Ezeknek a vizsgálatoknak az eredménye megnyitotta annak a lehetőségét, hogy a jövőben módosíthassuk a passzíváló oldatok összetételét. Az alternatív megoldások

viselkedése jó eredményeket hozott az elsődleges bevonat képzésnél (még a szerves bevonás előtt), de nem olyan jót, mint a végleges védelem [Com-CC-2].

10.1.4 Változtatható profilú sűrített levegős lefúvatók

Ennél az eljárásnál különböző fémlamellák segítségével és független hevítő rendszerrel szabályozzák a lefúvató fúvókák részét, s a hőmérsékletkülönbség hatására a légfúvókák mindegyik részében a bevonati profil így jobban szabályozható. Ezzel az eljárással csökkenthető a felvitt bevonati alapanyag fogyasztása, javítható a minőség a fémréteg vastagságában, s növelhető a kihozatal [Com-CC-2].

10.1.5 A „fuzzy logika” alkalmazása a sűrített levegős lefúvatók szabályozásánál

A Mesterséges Ideghálózati szoftver alkalmazásával a vastagsági értéket visszacsatolva a sűrített levegő fúvókák részének beállításához optimalizálható a bevonatképzés. A rendszert tudás alapú rendszerként tervezték meg, amely a korábbi tapasztalatból tanul folyamatosan. Ennek az eljárásnak az alkalmazása csökkenti a bevonó anyag fogyasztását és javítja a fémréteg vastagságának minőségét, növeli a kihozatalt. Ez egyúttal egyenértékű az energia hatékonyság növelésével is [Com-CC-2].

11 A SZAKASZOS TŰZIHORGANYZÁS

11.1 ÁLTALÁNOS TÁJÉKOZTATÁS A SZAKASZOS TŰZIHORGANYZÁSRÓL

11.2 A SZAKASZOS TŰZIHORGANYZÁSNÁL ALKALMAZOTT ELJÁRÁSOK ÉS BERENDEZÉSEK

11.2.1 A szakaszos tűzi mártó horganyzás áttekintése

A tűzi mártó horganyzás olyan korrózióvédelmi eljárás, amelynél a vas- és acéltermékek felületét horgany bevonattal védik meg a korrózió ellen. A szakaszos tűzi mártó horganyzást bérhorganyzásnak – vagy más néven általános horganyzásnak – szokták nevezni, amelynél a munkadarabok széles választékát kezelik különböző megrendelők számára. A bevitt munkadarabok mérete, mennyisége és fajtája jelentősen eltérhet. A csövek tűzihorganyzására – amelyet fél-folytatatólagos vagy teljesen automatizált különleges tűzihorganyzó sorokon végeznek – a bérhorganyzás kifejezés rendszerint nem érvényes.

A szakaszos tűzihorganyzó üzemekben kezelt munkadarabok különböző acélgyártmányok – úm. szegek, csavarok és egyéb apró acélárúk; rácsrostélyok, acélszerkezeti alkatrészek és szerkezeti tartóelemek, könnyűszerkezetes oszlopok és még sok-sok egyéb – lehetnek. Néha csöveket is horganyoznak hagyományos szakaszos tűzihorganyzó üzemekben. Ezeket a horganyzott acélgyártmányokat azután a szerkezetépítésben, a szállítás, mezőgazdaság, energia távvezetékek gyártása terén, és minden olyan helyen alkalmazzák, ahol lényeges a jó korrózió elleni védelem és a hosszú élettartam [EGGA5/98].

A folyamat lényegesebb lépései:

- zsírtalanítás
- pácolás
- felület aktiválás
- tűzihorganyzás (bevonás megolvasztott fémréteggel)
- kikészítés

11.2.2 Nyersanyag-kezelés

A horgany ömlesztett formában érkezik az üzembe és ott a horganyzási folyamat közelében tárolják. A vegyszerek, főleg a 28 %-os HCl a pácolási folyamathoz műanyag vagy üveg tartályokban érkezik, vagy közúti tartálykocsival szállítják, s azután a gyártómű előírásainak megfelelően tárolják.

11.2.3 A horganyzási munkadarabok előkészítése

Az acélgyártmányokat a tűzihorganyzás előtt megvizsgálják, hogy alkalmasak-e a kezelésre. A vas- és acélöntvényeket és egyes menetes alkatrészeket pácolás előtt szemceszórással is

megtisztítják. Annak érdekében, hogy a kezelést megkönnyítsék az egész horganyzási folyamat során, a munkadarabokat felfüggesztő kengyelekkel vagy acélhuzallal tartókra függesztik fel. A kötőelemeket és egyéb apró alkatrészeket pedig perforált kosarakba töltik, amelyeket azután a tartókra függesztenek fel [EGGA5/98].

11.2.4 Zsírtalanítás

A kifogástalan tűzhorganyzás garantálása, valamint a szűrő szeparátorok teljesítményének javítása céljából zsírtalanító fokozatban távolítják el a hűtő-kenő anyagok nyomait az acél alkatrészekről. Ezt általában **lúgos zsírtalanító** oldatban végzik. Ezek az oldatok felület aktív szereket is tartalmaznak, amelyek emulzió képzés útján távolítják el az olajat és a zsírt a fém felületről. A létrejövő instabil emulzió felúszik az oldat felületére, ahonnan azután gravitációs szeparátorokkal, lehúzókkal, mikro- vagy ultraszűrőkkel, stb. távolítják el.

Alternatív módszerként a savas zsírtalanítást alkalmazzák. Itt a zsírtalanító oldat hígított, erős szervesen savakból áll, úm. sósan és/vagy foszforsav, adalékokkal. A savas zsírtalanító oldatok rendszerint stabil olaj emulziókat képeznek, amelyek megnehezítik az előbb említett, kezelőkád tisztán tartási megoldásokat [ABAG].

11.2.5 Pácolás

Az öntési kéreg és a hengerlési reve eltávolítása céljából a kezelendő munkadarabokat hígított sósavban pácolják. Erre a célra a tűzhorganyzó üzemekben rendszerint egy sor pácoló kádát létesítenek különböző – 2 ... 16 % közötti – sav koncentrációval, amely a friss oldat készítéskor rendszerint 12 ... 16 % között van. Az acél munkadarabok felesleges és túlzott mértékű pácolásának elkerülése céljából – különösen a nagy szilárdságú acéloknál – továbbá az acél pácoló kádák kímélése érdekében is pácoló inhibitorokat (pl. hexametilén-tetramint) adagolnak az oldathoz [EGGA5/98],[ABAG], [Com EGGA].

11.2.6 Horgany lemaratás

Néha le kell maratni a ráakódott horganyt a felfüggesztő elemekről, továbbá eltávolítani a hibás bevonatot egyes acélgyártmányokról, vagy eltávolítani a horganyt olyan alkatrészekről, amelyeknek a bevonatát fel kell újítani. Ezt általában hígított pácoldatba merítéssel végzik.

11.2.7 Öblítés

Az öblítés igen lényeges műveleti lépcső a tűzhorganyzás folyamatában, mivel meghosszabbítja az utána következő kezelő oldatok hasznos élettartamát, csökkenti a szennyeződést és növeli a melléktermékek újrahasznosíthatóságát. Ezért a zsírtalanítás és pácolás után kezelendő munkadarabokat mosóvizet kádákba bemerítve öblítik le, amelyeket néha még fűtenek is.

11.2.8 A felület aktiválása (fluxolás)

A felület aktiválásának az a célja, hogy a folyékony horgany jól be tudja nedvesíteni az acél felületét, ami a tűzhorganyzási reakció elengedhetetlen előfeltétele – s ezen kívül az ammónium-klorid tartalmú aktiváló szerek még járulékos pácoló (felület tisztító) hatást is kifejtenek a tűzi mártó horganyzás során. 200 C° feletti hőmérsékleten az aktiváló szerben lévő ammónium-klorid NH₃ és HCl alkotórészekre bomlik, amelyek a járulékos pácolói hatást kifejtik [EGGA5/98], [ABAG].

A felület aktiválása kétféle módon történik: száraz és nedves eljárással.

A száraz aktiválásnál az acélt felület aktiváló oldatba merítik be, ami rendszerint cink-klorid és ammónium-klorid vizes oldata, és hőmérsékletét 40 ... 80 C° között tartják. A hideg aktiválás is lehetséges, de ez azután a későbbiek során csökkenti a munkadarab szabad levegőn végzett szárításának a hatékonyságát, miután kiemelik az aktiváló oldatból. Ennek az oldatnak a jellemző összetétele:

- ZnCl_2 150 – 300 g/l
- NH_4Cl 150 – 300 g/l
- Fajsúly: 1,15 – 1,30 g/ml
- Oldott vastartalom: < 2 g/l

Az aktiváló oldat pH-értékét rendszerint 4,5 körüli értékre állítják be abból a célból, hogy az biztosítsa a vasionok kiválását vas(III)-hidroxid formájában, egyébként az aktiváló oldatok pH-ja 1 és 5,0 tartományban lehet.

A tűzhorganyzott munkadarabok kis számánál – különösen azoknál, amelyek rendkívül igényesek a felület aktiválással szemben, bonyolult alakúak – alternatív megoldást, ún. **nedves felület aktiválást** alkalmaznak. Ennél az eljárásnál az aktiváló szer megolvadt só formájában áramlik a horgany fürdő felületén. A horganyzás céljából bemerített acél alkatrészek azután csak ezen az aktiváló rétegen keresztül jutnak be a horgany oldatba. Azután a megolvadt só réteg ismét visszahúzódik az acél felületéről, s miután a horgany réteg rátapadt a felületre, többé már nem kerül kapcsolatba az aktiváló szerrel [EGGA5/98].

11.2.9 Mártó horganyzás

Az aktiválás után az acél munkadarabokat lassan bemerítik a megolvadt horganyfürdőbe. Nagyon hosszú munkadaraboknál, amelyek nem férnek be a kádba egyszerre, ott kétszeres bemerítést kell alkalmazni, hogy a teljes felületen megkapja a kezelést. Az acél reakcióba lép a horgannyal a bevonatképzéskor, egy sor Zn-Fe ötvözetű réteget hozva létre, melyeket azután tiszta horgany fed be legfelül, amikor a munkadarabot kiemelik a fürdőből. A bemerítés időtartama a viszonylag könnyű munkadarabok néhány perces kezelésétől a nehéz szerkezeti elemeknél akár 30 percig is tarthat [EGGA5/98].

A megolvadt horgany hőmérséklete 440 ... 475 C°. A kádak mérete igen változó lehet, az adott piaci igényektől és a horganyzó szerkezetek típusától függően. Jellemző méretei: 7 m hosszú x 1,4 m széles x 2,6 m mély, de léteznek 20 m hosszú és 4 m mély horganyzó kádak is. Magát a kádat hevítő kemence veszi körül, amelyet gödörben vagy a földszinten helyeznek el, a hozzá tartozó kiszolgáló pódiumokkal együtt. A kádat rendszerint kívülről fűtik, általában gáz- vagy olajtüzelésű égőkkel. Amikor azonban a horgany hőmérséklete meghaladja a 460 C°-ot (és acélkád immár nem alkalmazható), vagy ahol a kád falfelülete nem elegendő a fém olvadt állapotban tartásához szükséges hő átadásához, ott bemerítő fűtést alkalmaznak. Ahol az gazdaságosan megoldható, ott villamos fűtést alkalmaznak, rendszerint hőszugárzós megoldással oldalról vagy felülről, de az lehet esetenként indukciós vagy ellenállásos fűtés is [EGGA5/98], [Com2 EGGA], [Com2 Fin].

A horganyfürdő rendszerint tartalmaz kis mennyiségben egyéb fémeket is, amelyek vagy magának a bevitt horganynak a szennyeződései, vagy pedig ötvöző elemként jutnak be. A fürdő szokásos vegyi összetétele:

- Horgany 98,9 súly%
- Ólom 1,0 súly%
- Vas 0,03 súly%
- Alumínium 0,002 súly%
- Kadmium 0,02 súly%
- Nyomokban egyéb fémek (pl. ón, vörösréz)

11.2.10 Kikészítés

Ezután az acél munkadarabokat kiemelik a horganyzó kádból; s a felesleges horganyt törlés vagy rázás segítségével eltávolítják róla. Majd hagyják azokat lehűlni, s utána megvizsgálják. A kisebb felületi hiányosságokat kijavítják, leszedik a munkadarabokat a tartókról, s előkészítik a kiszállításra. A tűzi mártó horganyzás után egyes acél munkadarabokat vízbe mártva edzenek, hogy ezáltal különleges szilárdsági jellemzőket kölcsönözzenek neki. A fehér rozsdá elleni védelem céljából a munkadarabokat bevonattal – olaj emulzió réteggel – vagy kromatózással lehet ellátni.

12 A SZAKASZOS TŰZIHORGANYZÁS JELENLEGI KIBOCSÁTÁSI ÉS FOGYASZTÁSI ÉRTÉKEI

12.1 Zsírtalanítás

A zsírtalanító oldatot zsíroldó vegyszer és víz keverékéből állítják elő. A kádak üzemi hőmérsékletre történő felmelegítéséhez szükséges energiát olaj- vagy gázfűtéssel, ill. villamos energiával biztosítják, az egyes üzemek helyi adottságaitól függően. Számos esetben a visszanyert hulladék- hőt használják fel hőcserélőn keresztül a zsírtalanító rendszerekhez.

Beviteli / fogyasztási szint		
Zsírtalanító vegyszer	0 - 4	kg/t
Víz	0 - 20	l/t
Energia	0 - 44.6	kWh/t
Kibocsátási / szennyezési szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Lúgos oldat és iszap ^{1,2}	0 - 5.4	kg/t
Olajos iszap ³	0.16	kg/t
Használatból kivont zsírtalanító oldat	1 - 2	kg/t
Megjegyzés: Forráshely [EGGA5/98], [DK-EPA-93]		
1 Használatból kivont zsírtalanító oldatot tartalmaz.		
2 Rendszerint 30 - 40 % szilárd anyagtartalommal.		
3 A zsírtalanító kádból rendszeres időközönként leengedett iszap, egyetlen üzem adata [ABAG].		

C.3-1 táblázat: A zsírtalanítás fogyasztási és szennyezés kibocsátási adatai

12.2 Pácolás

A páclét HCl hígításával állítják elő, amelyet rendszerint 28 ... 32 súly% (vagy kb. 320 ... 425 g/l HCl) töménységben szállítanak. Az üzemi töménység szokásos értéke 15 súly% (vagy kb. 160 g/l HCl). Egyes esetekben még pácolási inhibitor is adagolnak hozzá. A sav átlagos fogyasztási mennyisége kb. 20 kg/t termék – de ez függ a bevitt acél minőségétől is: míg a tiszta felületű gyártmányoknál a fogyasztás elég alacsony (pl. kevesebb, mint 10 kg/t), addig a rozsdás alkatrészeknél ez elég magas (elmegy egészen 40 kg/t-ig). A pácoló fürdőket rendszerint környezeti hőmérsékleten működtetik, tehát nem igényelnek fűtést. A zárt előkezeléssel rendelkező pácolásnál az oldat hőmérsékletét megemelhetik kb. 40 C°-ig. Ebben az esetben már a pácoló kádat fűteni kell. További energia fogyasztás is felmerül még a pácolásnál az üzemi segédberendezések, ún. szivattyúk és daruk, stb. működtetése folytán, bár ez elhanyagolható [EGGA5/98], [Com2 EGGA].

A pácoló kádakból különböző mennyiségű HCl távozik el – a pácoltat hőmérsékletétől és töménységétől függően. Ezek a savtermékek gőzdiffúzió útján távoznak. Itt elszívást vagy a füstgáz mosós tisztítását általában nem alkalmazzák, mivel az üzem szellőző berendezése képes a HCl koncentrációt a munkahelyeken a megengedett határérték alatt tartani [ABAG]. Különleges esetekben az üzem zárt előkezelő szakaszaként alakítják ki, amely magasabb sav hőmérséklettel üzemel. Itt már a lezárt védőburkolatot elszívó berendezéssel egészítik ki, és a szennyezett levegőt azután többnyire gázmosón vezetik keresztül.

A pácolásnál felmerülő szennyező anyag kibocsátásokat az elhasznált páclé és iszap képezi. Az elhasznált páclé szabad savból és (140 ... 170 g Fe/t értékig terjedő) vaskloridból, cinkkloridból, a pácolt acél ötvöző elemeiből, továbbá néha pácolási inhibitorokból tevődik össze. Ahol a lemaratást és a pácolást ugyanabban a pácoló kádban végzik, ott kevert páclé keletkezik, magas Zn és Fe tartalommal. Ha a zsírtalanítást is a pácoló kádban végzik, akkor még szabad és emulgeálódott olaj és zsír is jelen van benne. Az elhasznált páclé átlagos összetételét a C.3-2 táblázatban mutatjuk be.

	Pácolás	Pácolás (maratással együtt)
Vas (mint FeCl ₂)	< 140 g/l	< 140 g/l
Horgany	5 - 10 g/l ²	20 - 40 g/l
HCl (szabad sav)	30 - 50 g/l	30 - 50 g/l
Pácolási inhibitor	kb. 50 ppm (1 l inhibitor 20 m3 pácléhez)	
Olaj, zsír, felületaktív szerek	n. a. (továbbjutó szennyezés a zsírtalanító kádakból)	
Megjegyzés: Forráshely [ABAG]		
1. Az FeCl3 : FeCl2 aránya kb. 1 : 50 [ABAG] szerint, míg [Com DK] ugyanezen aránya < 1 : 1000		
2. Az újrahasznosító cégek előírásai rendszerint szigorúbbak.		

C.3-2 táblázat: Az elhasznált páclé vegyi összetételi tartományai

Beviteli / fogyasztási szint		
Sósav ¹	9.2 – 40 ²	kg/t
Inhibitor	0 - 0.2	kg/t
Víz ³	0 - 35	l/t
Energia ⁴	0 - 25	kWh/t
Kibocsátási / szennyezési szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Kibocsátás a levegőbe:		
Sósav gőz		0.1 – 5 mg/m ³
Por		1 mg/m ³
Sav szennyezés és iszap ^{5,6,7}	10 - 40	l/t
Használatból kivont páclé		
Megjegyzés: Forráshely [EGGA5/98], kivéve a: [DK-EPA-93] 1 A fogyasztás 30 %-os HCl-ra értendő 2 [Flem BAT] adatai szerint 70 kg/t értékig terjed - de a sav töménységének feltüntetése nélkül 3 A tartomány alsó határa olyan esetekre vonatkozik, amelyekben a savat alacsonyabb vagy egyenesen a végső felhasználási (~ 16 %) töménységben szállítják 4 A sav melegítéséhez szükséges energia a zárt előkezelő üzemekben. 5 Magában foglalja a használatból kivont páclét is. 6 Az elhasznált pácoltat literenként 140 g Fe-t tartalmaz FeCl₂ formájában 7 A sav szennyezés DK szerint 15 ... 50 kg/t [DK-EPA-93]		

C.3-3 táblázat: A pácolás fogyasztási és kibocsátási adatai

12.3 Horgany lemaratás

A lemaratásra kerülő, leminősített horganyzott munkadarabok, felfüggesztő eszközök és újra bevonást igénylő alkatrészek mennyisége általában 1 ... 15 kg/t.

A munkadarabok lemaratását HCl oldatban végzik – rendszerint a pácolásnál használt oldatéhoz hasonló reakcióképesség és annál alacsonyabb töménység mellett. Erre egyes pácoló kezelők a már részben elhasznált pácoldatot használják fel, vagy magát a rendes pácoldatot, de amint arról még később szó lesz, ez számos környezeti hátránnyal jár.

A sósavval végzett lemaratás szintén termel sav szennyezést, de a pácolásától eltérő összetételben. Ha a lemaratást a pácoló kádtól elkülönített savas oldatban végzik, akkor a cinkklorid viszonylag mentes marad a vas-klorid szennyeződéstől, amely a marató oldatban keletkezik. Ez az oldat azután újra felhasználható előaktiválásnál oldatkészítésre (Zn ammónium klorid) [Com FIN], [Com2 EGGA].

	Lemaratás
Vas (mint FeCl ₂)	Zn tartalom < 10 %-nál ¹
Horgany (mint ZnCl ₂)	160 - 200 g/l
HCl (szabad sav)	< 10 g/l
Pácolási inhibitor	kb. 50 ppm (1 l inhibitor 20 m ³ pácolatra)
Olaj, zsír, felületaktív szerek	n. a. (továbbjutó szennyezés a zsírtalanító kádakból)
Megjegyzés: Forráshely [ABAG]	
1 Az újrahasznosító cég előírása, csak pácolási inhibitorokkal érhető el.	

C.3-4 táblázat: Az elhasznált marató oldat vegyi összetételi tartománya

Beviteli / fogyasztási szint		
Sósav	0 - 6	kg/t
Víz ¹	0 - 7	l/t
Kibocsátási / szennyezési szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Elhasznált lemarató oldat ²	1.2 -15	kg/t
Megjegyzés: Forráshely [EGGA5/98]		
1 A páclé töménységének beállításához		
2 Példa az összetételre: Zn 200 g/l, Fe 130 g/l, 10 g/l [DK-EPA-93]		

C.3-5 táblázat: A lemaratás fogyasztási és kibocsátási értékei

12.4 Felület aktiválás

A felület aktiváló oldatot aktiváló, ill. folyósító (rendszerint $\text{ZnCl}_2 \times \text{NH}_4\text{Cl}$ összetételű) vegyszerből készítik, a megfelelő töménységet biztosító víz hozzáadásával. A folyósító vegyszer készítésénél az NH_4Cl alkotó egy részét vagy egészét KCl vegszerrel helyettesítik. A legtöbb esetben energiára van szükség a felület aktiváló oldatok melegítéséhez is, amelyre egyes pácoló üzemekben visszanyert hőt alkalmaznak.

A felület aktiváló fürdőből származó légszennyezőket elhanyagolhatónak tekintik, mivel az oldat nem tartalmaz illó összetevőket, s a kibocsátott gőz nagy része vízgőz. A felület aktiválás során keletkező szennyeződések a használatból kivont felület aktiváló oldatot és iszapot tartalmaznak [DK-EPA-93].

Beviteli / fogyasztási szint		
Felület aktiváló vegyszer	0 - 3	kg/t
Víz ¹	0 - 20	l/t
Energia		kWh/t
Kibocsátási / szennyezési szint		
Elhasznált felület aktiváló vegyszer	1 - 6	kg/t
Szennyvíz és iszap ¹	0 - 20	l/t
Vashidroxid iszap ²		
Megjegyzés: Forráshely [EGGA5/98]		
1 A tartomány alsó határa nedves felület aktiválásra vonatkozik.		
2 Folyamatos aktiváló oldat regenerálásból.		

C.3-6 táblázat: A felület aktiválás fogyasztási és kibocsátási adatai

12.5 I. + II. öblítés

A tűzihorganyzó üzemek általában 0 ... 20 l/t horganyzott termékre számított öblítővizet használnak fel, ami ugyanilyen mennyiségű szennyvíznek és iszapnak felelnek meg [EGGA5/98].

12.6 Túzi mártó horganyzás

Itt a légszennyezés egyik fő forrása maga a horganyzó kád. A bemártás során ugyanis gőz, gáz és szennyező részecskék keveréke száll fel a horgany fürdőből, ami fehér felhőként látható is. Az alkalmazott felület aktiváló vegyszertől függően a kibocsátott szennyezések rendkívül finoman szublimált és elgőzölgötetett termékekből állnak, amelyek klór, ammónia és Zn ionokat, valamint ZnO, ZnCl és ammóniumklorid vegyületeket tartalmaznak.

A kibocsátott szennyezések fajtája és mennyisége függ a felület aktiváló vegyszer fogyasztási mennyiségétől, annak összetételétől, valamint a horganyzandó alkatrészek által meghatározott tényezőktől (úm. anyag fajtája, munkadarabok száma, a felület nagysága/minősége) és azok előkezelésétől (úm. zsírtalanítás, pácolás, öblítés, szárítás). Egyes források szerint a higroszkópos részecskék mérete igen kicsi, többnyire < 1 mikron. Míg ugyanakkor mások szerint a részecskék átlagos mérete 30 mikron volt és azoknak csak kb. 5 %-a < 1 mikron alatti [Com2 FIN].

Beviteli / fogyasztási szint		
Horgany	20 – 200 ⁽¹⁾ kg/t	
Visszanyert horgany (horgany hamu)	0 - 15 kg/t	
Energia ⁽²⁾	180 - 1000 kWh/t	
Kibocsátási / szennyezési szint		
	Fajlagos kibocsátás	Koncentráció
Elszívott gáz a horganyzó kádból ⁽²⁾ (elszívó burák, burkolatok, stb.)	1500 - -12000 ⁽³⁾ m ³ /t	
Kibocsátás a levegőbe a horgany kádból: ^a Por Horgany Sósav Ólom	40 –600 g/t elhanyagolható	10–100 ⁽⁴⁾ mg/m ³ 2 – 20 ⁽⁵⁾ mg/m ³ 1 - 2 mg/m ³
Hamu	4 - 25 kg/t	
Salak	5 - 30 kg/t	
Égési gáz: (NO _x , CO/CO ₂ , SO ₂)	500 - 3250 m ³ /t	
Porleválasztói por ⁽⁶⁾	0.1 - 0.6 kg/t	

Megjegyzés: Forráshely [EGGA5/98], kivéve a: [DK-EPA-93]

1 A rendkívül magas Zn fogyasztás itt az igen kis méretű munkadaraboknak tulajdonítható, mint pl. csavarok. Átlagérték: 73,4 kg/t.

2 Itt rendszerint nem alkalmaznak tisztítást, a kéményen keresztül távozik.

3 DK által szolgáltatott egyes adatok szerint ez 20000 ... 40000 m3/t.

4 Más források szerint 1 ... 3 mg/m3 [Flatt/Knupp].

5 DK egy példát közöl olyan kézi gyártó sorra, ahol 60 mg/m3 a Zn koncentráció, amelyet 1500 m3/h áramlási mennyiségnél mértek [DK-EPA-93].

6 A fogyasztás a felület aktiváló szertől függ, de alapvetően ez ammónium-klorid, ZnCl és esetleg Al, Fe és szerves vegyületek.

C.3-7 táblázat: A horganyzó kád fogyasztási és kibocsátási adatai

12.7 Kikészítés

Nincs róla szennyezési adat.

13 A SZAKASZOS TŰZIHORGANYZÁS ELT ELJÁRÁSAINAK MEGÁLLAPÍTÁSÁNÁL FIGYELEMBE VEENDŐ MÓDSZEREK

13.1 Nyers- és segédanyagok tárolása és kezelése

13.2 Zsírtalanítás

13.3 Pácolás és horgany lemaratás

13.4 Öblítés

13.5 Felület aktiválás (folyósítás)

13.5.1 A felület aktiválás jellemző fajlagos fogyasztási / termelési és költség ráfordítási / megtakarítási adatai

	Mérték- egység	Fajlagos fogyasztás vagy termelés (egység/t Fe)	Fajl. megtakarítás (+) vagy költség (-) (ECU/egység)	Fajl. megtakarítás (+) vagy költség H (ECU/t Fe)
Fogyasztás				
NH ₄ OH	l	0.920	-0.183	-0.168
H ₂ O ₂	l	0.345	-0.731	-0.252
salak	kg	0.310	-0.519	-0.161
elhasznált pácoldat	kg	8.330	+0.094	+0.783
Termelés				
aktiváló szer	kg	1800	+0.926	+1.667
Fe szüredék	kg	0.770	-0.192	-0.148
ÖSSZESEN				+1.721
Megjegyzés: Forráshely - Ezek a számadatok a "Galva 45" tűzihorganyzó sor 1993. január - áprilisi üzemeltetési eredményein alapulnak. A fajlagos reagens fogyasztási / termelési adatok az adott üzemtől függően némileg eltérők lehetnek.				

C.4-1 táblázat: A felület aktiválás jellemző fajlagos fogyasztási / termelési és költség ráfordítási / megtakarítási adatai

Megtakarítások	ECU/t
(1) Folyósító szer előállítás a reagens költségével és szennyvíz csökkenéssel együtt	1.72
(2) Zn fogyasztás csökkenése	9.11
(3) Csökkenés a munkadarabok újrahorganyzásában	2.28
(4) Az elhasznált felület aktiváló oldat kezelési ktg. mérséklése	0.68
ÖSSZESEN	13.79
Költségek	
(5) Munkabér ktg.	0.74
Nettó nyereség	13.05
Megjegyzés: Forráshely [PURIFLUX]. A megtakarítások becsült értékek, amelyek egy hagyományos évi 20000 et gy. kapacitású tűzhorganyzó üzemben bevezetett regenerálási eljárástól várható. Ezek azonban üzemenként eltérők lehetnek.	

C.4-2 táblázat: A megtakarítások és költségek összefoglalása

13.6 Tűzi mártó horganyzás

13.6.1 A tűzhorganyzó kádak kibocsátási koncentráció adatai

Összetevő	Kibocsátás [mg/m ³] tisztítás nélkül	Kibocsátás [mg/m ³] gázmosóval ^(1,2)	Kibocsátás [mg/m ³] porlev. zsákos szűrővel ⁽³⁾
Por	20	< 1.7	4.2 - 4.6
Horgany	2.3	0.11 - 0.38	0.49 - 0.52
ZnCl	n.a.	0.16 - 0.34	n.a.
NH ₄ Cl	7.4	0.02 - 0.05	n.a.
NH ₃	2.6	n.a.	n.a.
HCl	23	n.a.	n.a.
Megjegyzés: Forráshely [Dan-EPA] ¹ Áramlási mennyiség = 39500 m ³ ² Pb-tartalom: 0,005 ... 0,007 mg/m ³ Cd-tartalom: < 0,0002 mg/m ³ ³ Áramlási mennyiség = 13400 m ³			

C.4-3 táblázat: A tűzhorganyzó kádak kibocsátási koncentráció adatai (Verzinkerei Rhein-Main GmbH, Groß-Rohrheim, Germany)

Összetevő	Kibocsátás ¹ mg/m ³ -ban
Por	< 1
Horgany	0.03
ZnCl	0.1
NH ₄ Cl	32
HCl	< 10
Megjegyzés: Forráshely [UBA-Hoesch-87]; áramlási mennyiség = 23400 m ³ /h; porleválasztó rendszer: zsákos szűrő ¹ 8 egyedi mérés középértékei; átl. mérési periódus 32 perc, műveletenként 5 ... 8 bemártás abszolút periódus idejével számolva	

C.4-4 táblázat: A tűzhorganyzó kádak kibocsátási koncentráció adatai (Verzinkerei Rhein-Main GmbH)

13.6.2 A tűzhorganyzó kád szennyezés kibocsátási értékei

Mérési helyek	As ³⁺ [µg/m ³]	Cd ³⁺ [µg/m ³]	Pb ²⁺ [µg/m ³]	Zn ²⁺ [mg/m ³]	NH ₄ ⁺ [mg/m ³]	Cl ⁻ [mg/m ³]	Por [mg/m ³]
A horgany felülete felett mérve, elszívás nélkül	106.9	117.2	125.3	44.5	197.9	14.3	384.6
A horgany felülete felett mérve, elszívással	1.4	2.9	53.1	0.9	0.2	1.2	0.5
Nyers gáz	3.6	5.1	49.0	6.2	17.5	7.4	24.1
Tisztított gáz	0.1	0.1	1.8	0.017	9.0	2.7	0.1
Megjegyzés: Forráshely [UBA-Hähn-83] Esettanulmány alapján: ajakos elszívás, 3380 m ³ /m ² h = 32958 m ³ /h, porleválasztó: zsákos szűrő							

C.4-5 táblázat: A tűzhorganyzó kád szennyezés kibocsátási értékei (Wilhelm Hähn, Germany)

13.6.3 A normál minőségű és a füstmentes folyósító szer szennyező kibocsátásának összehasonlítása

Folyósító szer	Kibocsátás	Munkadarab	Horgany hamu
ZnCl ₂ : 89 % NH ₄ Cl: 11 % Sótartalom: 170 g/l	33 %	2 %	65 %
ZnCl ₂ : 32 % KCl: 68 % Sótartalom: 170 g/l	19 %	1 %	80 %
Megjegyzés: Forráshely [ABAG]			

C.4-6 táblázat: A normál minőségű és a füstmentes folyósító szer szennyező kibocsátásának összehasonlítása