

MC
110.305

VESZPRÉMI AKADÉMIAI BIZOTTSÁG
VEAB

Az
ALUMINIUMIPARI MUNKABIZOTTSÁG
TUDOMÁNYOS ANKÉTJAI

VESZPRÉM
1990

HC 170.305

1770

**VESZPRÉMI AKADÉMIAI BIZOTTSÁG
VEAB**

**Az
ALUMINIUMIPARI MUNKABIZOTTSÁG
TUDOMÁNYOS ANKÉTJAI**

**Ajka, 1987. április 22.
Inota, 1987. november 25.**



**VESZPRÉM
1990**

Az MTA VEAB Alumíniumipari munkabizottságának
és a Magyar Alumíniumipari Tröszt által
szervezett tudományos ülések anyagai.
A kiadvány a Magyar Alumíniumipari Tröszt és az MTA VEAB
anyagi támogatásával került kiadásra.

Szerkesztette: Várhegyi Győző

MC 110.305



1990

ISBN 963 7385 10 X

Felelős kiadó: Salánki János akadémikus, a VEAB elnöke
Műszaki szerkesztő: Kovács Gy. István
Készült 400 példányban, 13,79 A/5 ív terjedelemben
Prospektus GM, Veszprém
Felelős vezető: Szentendrei Zoltán

A VE
vezet
jelen
teljes
(Vesz
igazg
vezet
adóü
gozó
kétó

A
(Ajk
megl
aktu
szere
kezl

Vesz

ELŐSZÓ

A VEAB Műszaki Szakbizottságának Alumíniumipari munkabizottsága szervezetét és személyi összetételét 1985-ben újította meg. A munkabizottság jelentősebb rendezvényei közül az ICSOBA Magyar Nemzeti Bizottságának teljes ülésével összekötött „Alumíniumipari szakemberképzés” ankétot (Veszprém, 1985. október 30.), a dr. Sillinger Nándor MAT műszaki vezérigazgatóhelyettesének a „MAT stratégiai célrendszere” című előadásával bevezetett „Speciális tímföldek gyártásának és fejlesztésének helyzete” előadótalálkozót (Veszprém, 1986. május 8.), továbbá az alumíniumiparban dolgozó/ fiatal szakemberek műszaki fejlesztési tevékenységéről tartott két ankétot emelhetjük ki.

A MAT központtal együtt munkaértekezletként szervezett két ankétot (Ajka, 1987. április 22., illetve Inota, 1987. november 25.) az előadások meghallgatásával és megvitatásával a munkabizottság a MAT területén folyó aktuális kutatás-fejlesztésről és a műszaki fejlesztésben a fiatal szakemberek szerepéről egyidejűleg alkotott képet. Kiadványunkban a két munkaértekezlet elhangzott előadásokat adjuk közre.

Veszprém, 1989. december

Dr. Várhegyi Győző
a munkabizottság elnöke

GALB.
rend
KAISE
ta .
ALTR
foly
ILLYI
don
TÓTH
VALL
Mi
CSEN
vatt
KAUF
növ
SASV
bef
mó
KISS
kőn
VEISZ
ada
GÁBO
zó s
VARC
tást
TAKA
niur
info

TARTALOM

GALBA FERENC: Az almásfüzitői bauxitfeltárás hőrekuperációs rendszerének a vizsgálata	7
KAISER ÉVA: Motim termékek szén- és kéntartalmának vizsgálata	21
ALTRICHTER FERENCNÉ: Új módszer alkalmazása a kikeverés folyamat ellenőrzésére	31
ILLYÉS JÁNOSNÉ: Almásfüzitői tímföldhidrátok fizikai tulajdonságai és azok összefüggése a kikeverés paramétereivel	39
TÓTH ANDRÁS: Korundcélú tímföldhidrát szűrése síkszűrőn	57
VALLÓ FERENC – SZABÓ BÁLINT – GÖGH FERENC: Mikronizált tímföldhidrát-termékek előállításá	69
CSENDE LÁSZLÓ: Tímföldgyári falsvíz-bevitel csökkentése a szivattyúk tömszelencéjének a fejlesztésével	79
KAUFMAN ANTAL: A tímföldgyári berendezések élettartamának növelésére alkalmas felületkezelő eljárások	95
SASVÁRI ZSUZSANNA: Az alumíniumelektrolízis áramhatásfokát befolyásoló reoxidációs folyamatok vizsgálata elektrokémiai módszerrel	103
KISS FERENC–PAKSA RUDOLF: Komplex fémkikészítés az ajkai könnyűfémöntőde kettős kemencerendszereiben	113
VEISZ GYÖRGY – HORVÁTH BÉLA: Az automatikus tímföldadagolás üzemi tapasztalatai az ajkai alumíniumkohóban	123
GÁBOR LAJOS: Az Inotai Alumíniumkohó salakhúzó és feldolgozó sora	137
VARGA VALÉRIA: Közepesen ötvözött alumínium lemezek gyártástechnológiájának fejlesztése	145
TAKÁCS TIHAMÉR – SKALEC LAJOS: A Tatabányai Alumíniumkohó propetzi öntvehengerlő berendezéséhez kapcsolódó információs alrendszer	147

GALBA

A

A Bay
tárás. A
si gőzf
fokát a

A jelen

A feltá
átlagos
fokozá
részét
A zagy
a nagy
kavas
ba ker
melegít
vizével.

A
vattyúl
csolt,
ellátott
fokozá
a VIII.
az auto
vel és a
zat gőf

GALBA FERENC

AZ ALMÁSFÜZITŐI BAUXITFELTÁRÁS HŐREKUPERÁCIÓS RENDSZERÉNEK VIZSGÁLATA

A Bayer eljárás tímföldgyártás egyik legenergiaigényesebb folyamata a feltárás. Az itt történő energiafelhasználás hatékonyságának mutatója a feltárási gőzfajlagos, amelyeknek csökkentése érdekében a hőrekuperáció hatásfokát a lehető legmagasabb értékre kell növelni.

A jelenlegi technológia összefoglalása

A feltárás technológiai folyamatábráját az 1. ábra mutatja. A feltáró lúg átlagos hőmérséklete 80°C . A lúgot csöves hőcserélőben a IX. expanziós fokozat gőzével $95\text{--}99^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletre melegítjük, majd a lúg nagyobbik részét a bauxitörléshez, a maradékot pedig a zagybeállításához használjuk. A zagyot autoklávokban részben a IX. expanziós fokozat gőzével, részben a nagynyomású gőz kondenzvizével melegítjük fel. A felmelegített zagy kovasavtalanítás céljából légkeverésű, majd mechanikus keverésű tartályba kerül. Az itt elhelyezett fűtőcsőköteggel lehetőség van a zagy további melegítésére, részben a IX. expanziós, részben a nagynyomású gőz kondenzvizével. A kovasavtalanító tartályok után a zagy hőmérséklete $100\text{--}102^{\circ}\text{C}$.

A kovasavtalanító tartályokból a zagyot nagynyomású dugattyús szivattyúkkal a feltárósoron nyomjuk keresztül. A feltárósor 7 db sorbakapcsolt, többjáratú, csöves előmelegítőből, valamint keverővel és fűtőcsővel ellátott autoklávból épült fel. Az 1–7 előmelegítőt a III–VIII. expanziós fokozatok gőze fűti úgy hogy az első és második előmelegítőben egyaránt a VIII. expanziós fokozat gőzét hasznosítjuk. A zagy az előmelegítőkből az autoklávokba kerül. Az első autoklávot a II. expanziós fokozat gőzével és a tiszta kondenzvízzel fűtjük. A második autokláv I. expanziós fokozat gőzét fogadja. A zagy az előmelegítőkből $175\text{--}178^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletre

melegszik, miközben az expandáló zagy a I–IX. expanziós fokozatban 240°C-ról 130–135°C hőmérsékletre hűl le, majd saját nyomásával kerül a hígítőszerbe.

A 240°C hőmérsékletet nagynyomású gőzzel érjük el. A nagynyomású gőz kondenzvizét a I. autoklávban a kovasavtalanító autoklávokban, valamint az előkovasavtalanító tartályokban használjuk fel, ami ezek után az erőműbe kerül vissza.

A jelenlegi üzemvitel általános elemzése

A rendszeres mérésekből és vizsgálatokból megállapítható, hogy a feltáró-sorok felújítás után viszonylag nagy rekuperációs hőmérsékletről indulnak, ami a ciklusidőn belül általában változik, folyamatosan csökken. A IV. sz. feltárósoron elvégzett részletes vizsgálatokból megállapítható, hogy a közvetlen felújítás utáni állapotban egyes expanziós fokozatok nem az elvárások szerint működnek. A hőátbocsátó tényező induló értékei kicsik, a ciklusidőn belül változnak, növekednek – csökkennek. Ezt jól mutatja a mellékelt nagynyomású előmelegítők és az egyes számú autokláv hőátbocsátási tényezőinek ciklusidőn belül bekövetkező változásának diagramjai.

Az 1-es és 2-es előmelegítők hőátbocsátási tényezője az üzemeltetés elején kicsi volt, majd váratlanul a ciklusidő középső szakaszán megnőtt.

Az expanziós edények között kialakuló hőmérsékletkülönbség mindig magasabb, mint a fokozat előmelegítőjén létrejövő hőmérsékletemelkedés. Ez különösen az expanziós edénysor elején szembetűnő.

A jelenségek okait vizsgálva megállapítható:

- nem megfelelő a kondenzvíz elvétele (kondenzvízszint!),
- a hőcserélők gázvezetése nem tökéletes,
- az expanziós készülékekben a zaggal gőzsökés mutatkozik.

Mindezen okok következtében a feltárás fajlagos gőzfelhasználása nagy. Vizsgálataink bebizonyították, hogy a meglévő rendszeren belül még jelentős tartalékok vannak, amelyeket a felsorolt zavarok kiküszöbölésével még kihasználhatunk. Ugyanakkor a meglévő rendszer felújításával és átalakításával a rekuperációs hatások tovább növelhető.

A hatásfoknövelésnek a lehetőségeit vizsgálva végeztem el a következőkben részletezett számításokat.

Alternatív vizsgálatok számítógépes programok alapján

Különböző kapcsolási alternatívák által elérhető eredmények vizsgálatát változó expanziós fokozatszám, változó hőátadó felületek mellett, különböző hőátbocsátási tényezőkkel végeztem. A paraméterek széleskörű változtatása miatt a munka hatékonyan csak számítógép segítségével volt elvégezhető, tekintettel az iterációs vizsgálatok körülményeire.

A hőátbocsátási tényezőket gyakorlati tapasztalatok alapján 800, 600, 400 W/m²K értékekre vettem fel (3 ábra).

Az utolsó fokozatnál vizsgáltam a hőfelvevő felületek 300, 400 és 500 m² változtatásának hatását.

A számítások alapját képező expanziós-előmelegítő fokozatra, illetve sorra vonatkozó kiinduló összefüggéseket a 2. ábra tartalmazza. Felületi hőveszteségként az expanziós edénynél a kigőzölgő hőmennyiség 5%-át, az előmelegítőnél 10%-át vettem alapul, ami a csővezetékek hőveszteségét is magába foglalja.

Az előmelegítés előtti zagy hőmérséklete: 80°C

Az expanzió előtti zagy hőmérséklete: 238°C

A zagy mennyiségét 120 m³/h illetve 150 m³-h-nak vettem fel

A kapcsolási alternatívák a következők:

1. A9, A10, A11 változatok

A jelenleg alkalmazott alapkapcsolás illetve annak bővítése 10. és 11. expanziós-előmelegítő fokozattal.

2. A 10/b, A11/b változatok

A jelenleg alkalmazott alapkapcsolás átalakítva és kibővítve úgy, hogy nincs párhuzamosan kapcsolt előmelegítő.

Az 1. és 2. változatokat felére csökkentett felületi hőveszteséggel is megvizsgáltam.

3 B változat

Az I. autókláv mésztejet melegít 20°C-ról 175°C-ra 6 m³/h mennyiségben.

Az expanziós fokozatok száma 9.

4. C. változat

A III. autókláv is bekapcsolt az expanziós rekuperációba, azonban az I. autókláv és a 2. nagynyomású előmelegítő csak a tiszta kondenzvizet hűti.

Az expanziós fokozatok száma 9.

5. D. változat

A III. autókláv is részt vesz az expanziós rekuperációban, de a tiszta-kondenzvíz hűtése csak a 2. nagynyomású előmelegítőben történik. Az expanziós fokozatok száma 9.

A IV. expanziós edény 2 db párhuzamosan kötött előmelegítőre kapcsolódik.

6. E9, E10 változat

A rekuperációban részt vesz a III. autókláv illetve a 8 nagynyomású előmelegítő.

Az expanziós fokozatok száma 9 illetve 10.

A IV. és V. expanziós tartály külön-külön fűt 2–2 db előmelegítőt mindkét változat esetén.

A vizsgált változatok értékelése

A változatok rekuperációs véghőmérséklete és az expandált távozó zagy hőmérséklete a hőtábocsátási tényező függvényében az 1. diagramon látható.

Az A9-es alapkapsolás fokozatonkénti viszonyait mutatja a 2. diagram. Ez a jelenlegi fokozatszámmal megegyező, a 8. expanziós fokozatnál 2 db párhuzamos előmelegítővel szerelt változatnál is jól megfigyelhető a hőtábocsátási tényező változásának nagymérvű hatása: $400 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ -nél 12°C -kal kisebb a rekuperációs véghőmérséklet, mint kétszer akkora értéknél. Külön figyelmet érdemel a IX. expanziós fokozathoz kapcsolt előmelegítőből ki-jövő zagy hőmérsékletének változása. Hasonlóan a többi változathoz a „k” értékének romlásával a hőmérséklet megnő, ami a kavasavtalanításnak kedvező állandó érték megváltozását is jelenti. Ennek kiküszöbölésére szabályozási lehetőséget kell beépíteni.

Az A10 – A11-es az A9-esnek 1–1 fokozattal növelt változata. A cél a fokozatszám növelésének vizsgálata volt.

A rekuperációs véghőmérséklet növekedésének mértéke a fokozatszám növekedésével és a „k” növekedésével csökken.

Jellemző értékek $120 \text{ m}^3/\text{h}$ esetén $^\circ\text{C}$ -ban:

k ($\text{W/m}^2 \text{ K}$)	400	600	800
fokozatszám			
10.	2,7	2,5	2,3
11.	2,—	1,9	1,8

A fokozatszám növelésével az expanziós tartályokban a nyomásesés csökken, ami a belugosodás szempontjából kedvező.

A *B* változat nem képezhet összehasonlítható bázist, ezért nem szerepel az 1. diagramon. A mérsztej melegítésére átállított előmelegítő-felület miatt az előmelegített zagy véghőmérséklete csökken.

A *C* változatban a tisztakondenzvíz hűtésére 2 db előmelegítőt használunk, és emellett működik még 9 db expanziós előmelegítő fokozat. Az *A9*-es fokozathoz képest kb $1,8^{\circ}\text{C}$ rekuperációs zagy-véghőmérséklet-többlet figyelhető meg. Az expandált zagy hőmérséklete 2°C értékkel nő, ami az expandáló zagy hőjének nem megfelelő kihasználására mutat. Az előmelegítők utáni zagy hőmérséklete közel azonos az *A10*-es változatéval.

A *D* változatban ez az érték kedvezőbb, de a tiszta kondenzvíz ilyen kis hőmérsékletű hasznosítása az entrópiai szemlélet alapján kedvezőtlen.

Az *E* változat gyakorlatilag megegyezik az *A* változat alapeseteivel azaz a különbséggel, hogy a nagyobb hőmérsékletszinten megduplázott előmelegítő felületek vannak.

Az *E10-es* rekuperációs zagy hőmérséklete az *A11* értéke alatt marad, amit az 1 db expanziós tartály hiánya okoz. Mivel itt az előmelegítő felületek megduplázása nagyobb hőmérsékletszintű expanziónál történik, mint az *A11*-nél – ami kedvezőbb rekuperációs véghőmérsékletet eredményez – ezért azonos elrendezés mellett az 1 db expanziós tartály hiányának következményeit külön is megvizsgáltam.

Az *A10/b*, *A11/b* változatban nincs párhuzamosan kapcsolt hőcserélő. Ezért az *A10/b* az *A9-cel*, az *A11/b* az *A10*-zel megegyező számú és felületű előmelegítőt tartalmaz, csak itt minden egyes hőcserélő külön expanziós edénnyel rendelkezik. A számítási eredmények a 3. diagramon láthatók: a párhuzamos kötés megszüntetése $0,6-0,8^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet-többletet eredményez az előmelegítők után.

A felületi hővesztesség hatásának vizsgálatára elvégeztem csökkentett (expanziós tartály 2,5%, előmelegítő 5%) veszteséggel (*A10/c*, *A11/c*), valamint hővesztesség nélküli esetre (*A10/d*) is a számításokat. Az eredmények a 3. diagramon láthatók.

A felületi hővesztesség felére csökkentése esetén a véghőmérséklet $3-4^{\circ}\text{C}$ -ot nő a „*k*”értékétől függően. A hővesztesség következtében az előmelegítők Δt értéke csökken, ezáltal az előmelegítendő zagynak átadott hőmennyiségük is csökken.

A 4. diagram az *A10/d* hővesztesség nélküli esetet, az *A10/b* az átlagos hővesztességű esetet ábrázolja 400 illetve $600 \text{ W/m}^2\text{K}$ hőátbocsátási tényező esetén. A görbék lejtéséből látható, hogy a nem megfelelően szigetelt expanziós tartályok, előmelegítők és összekötő vezetékek a sor vége felé a hőforralmat nagy mértékben lerontják.

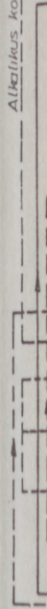
A mérési és számítási eredmények összefoglalása

A jelenleg fennálló műszaki problémák megoldásával a rekuperációs hatások növelhető. Megoldandó feladatok:

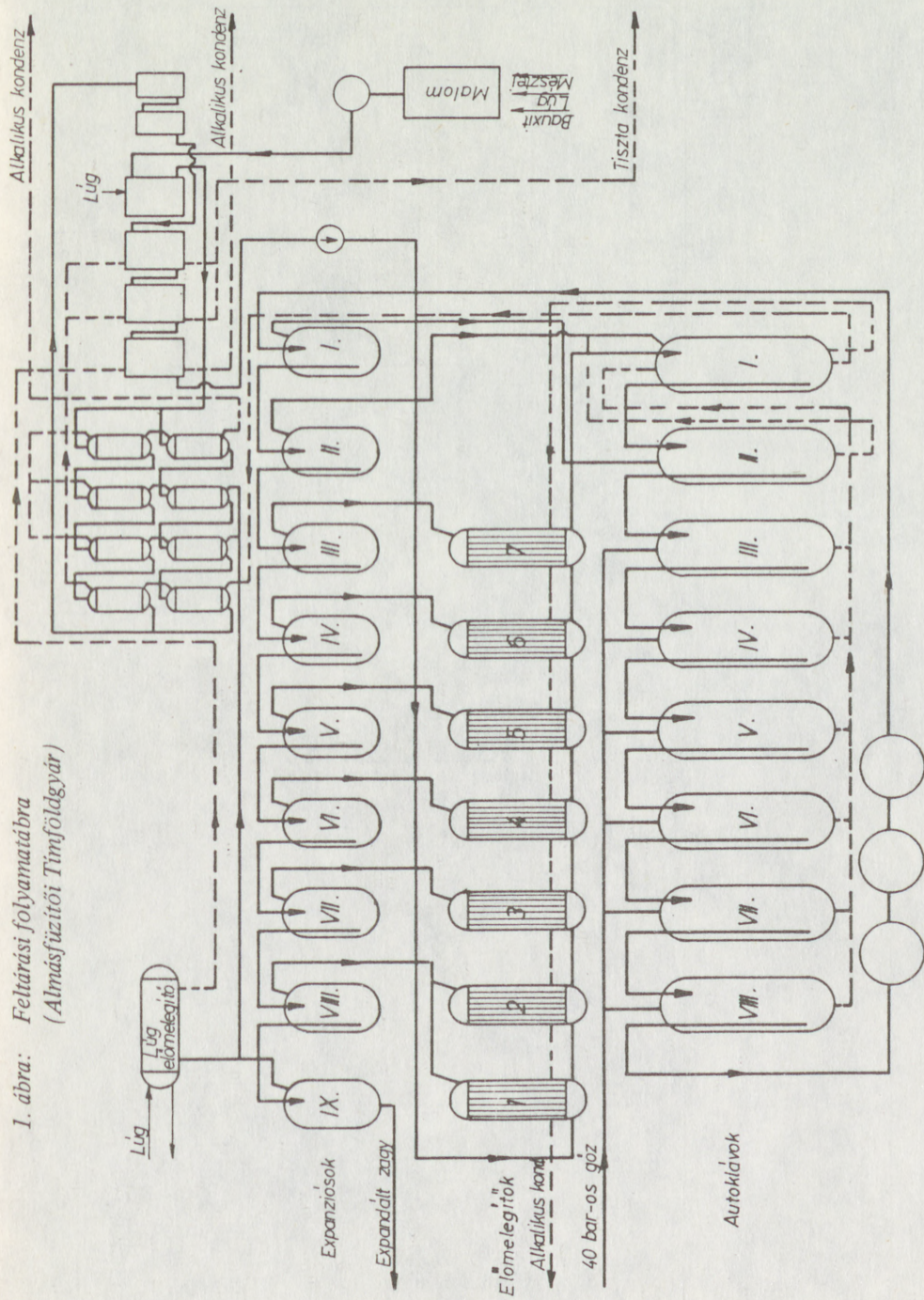
- A kondenzvízelvétel szabályozása.
- Az expanziós tartályokban a gőzáttörés megakadályozása.
- A gáztalanítás tökéletesítése.
- A rendszer ellátása könnyen leszerelhető szigeteléssel.
- Megbízható, folyamatos kiértékelést biztosító műszerezettség kiépítése.

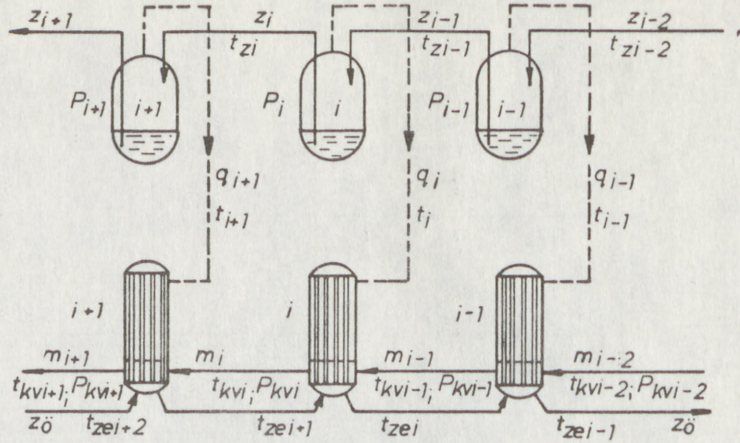
A rendszer továbbfejlesztésének ajánlott változata:

- 10. és 11. expanziós fokozat létesítése.
- A párhuzamosan kötött előmelegítők lehetőség szerinti megszüntetése.
- Az I. autókáv fűtésének átállítása tisztán expanziós gőzfűtésre.
- A tiszta kondenzvíz hűtésének nagy hőmérsékletű előmelegítőben történő megvalósítása kedvező hőátadási tényező biztosítása mellett.



I. ábra: Feltárési folyamatára
(Almásfűzitői Tímföldgyár)





Anyáramok összefüggései:

– előmelegítőknél:

$$\dot{m}_i = \dot{m}_{i-1} + \dot{g}_i$$

$$\dot{z}_{\ddot{o}} = \text{állandó}$$

– expanziósoknál:

$$\dot{z}_i = \dot{z}_{i-1} - \dot{g}_i$$

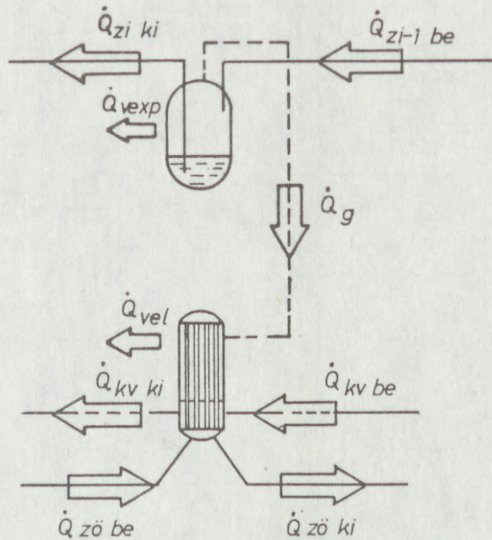
Hőmérleg:

– előmelegítőknél:

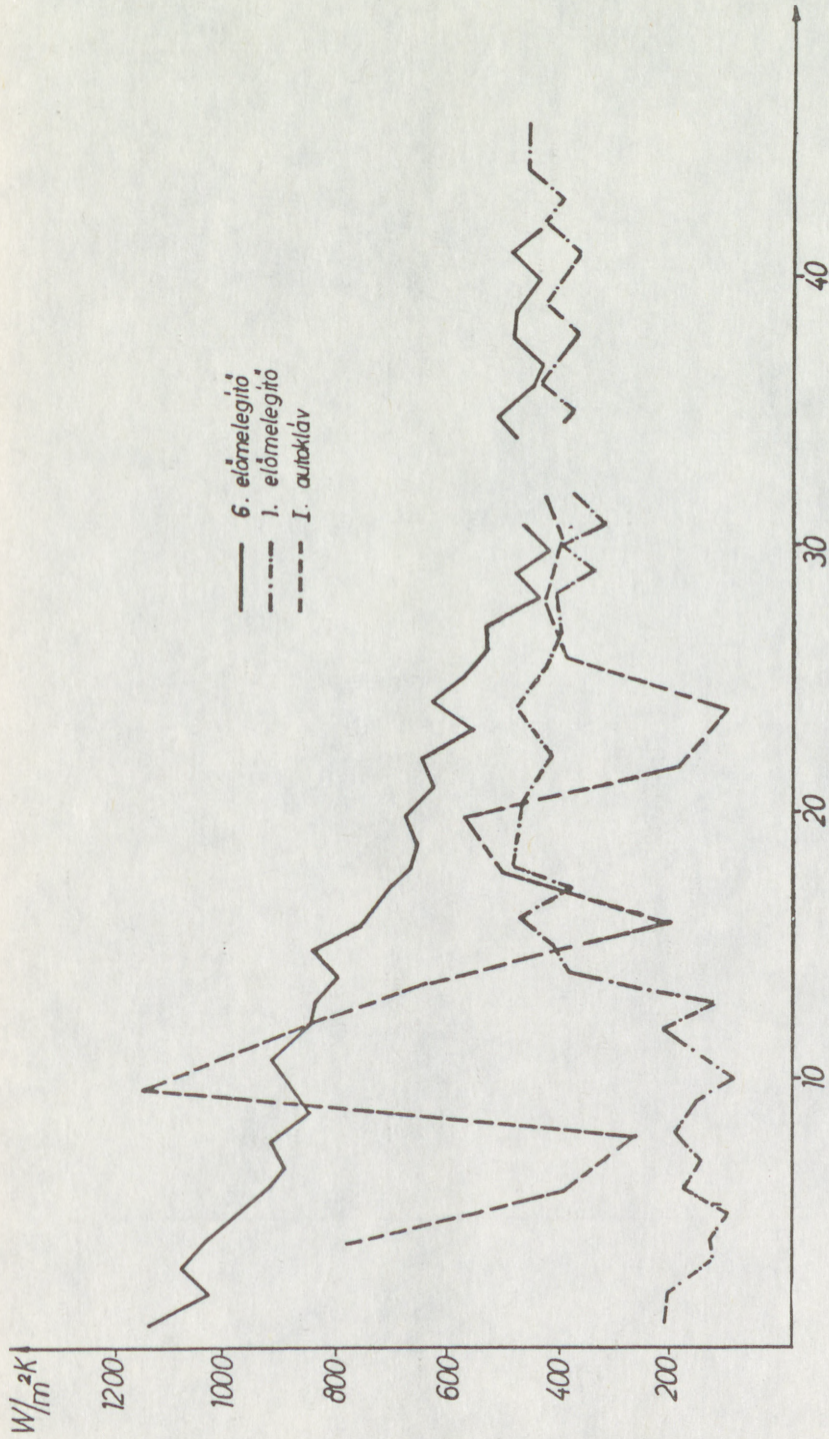
$$\dot{Q}_{kv\text{be}} + \dot{Q}_g + \dot{Q}_{z\ddot{o}\text{be}} = \dot{Q}_{kv\text{ki}} + \dot{Q}_{z\ddot{o}\text{ki}} + \dot{Q}_{vel}$$

– expanziósoknál:

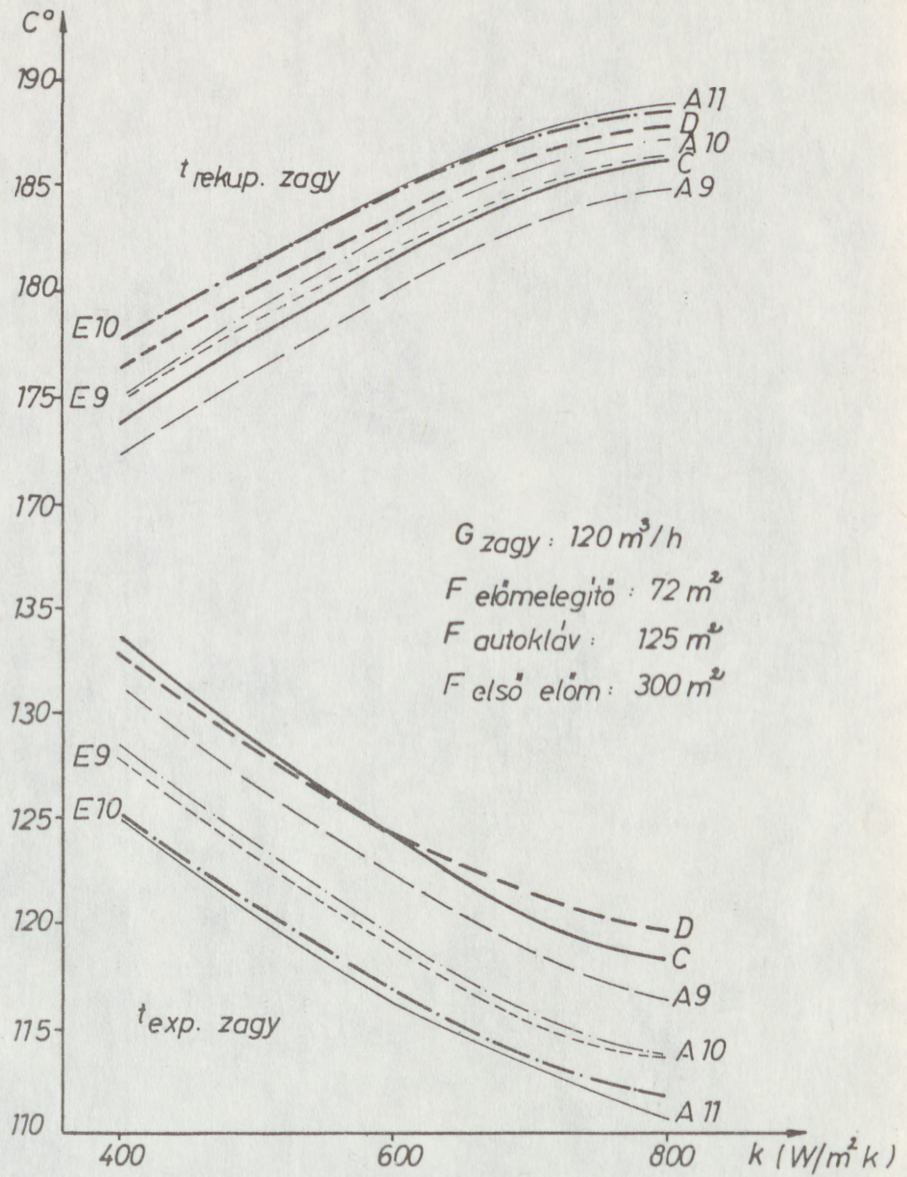
$$\dot{Q}_{zi-1\text{ be}} = \dot{Q}_{ziki} + \dot{Q}_g + \dot{Q}_{vexp}$$



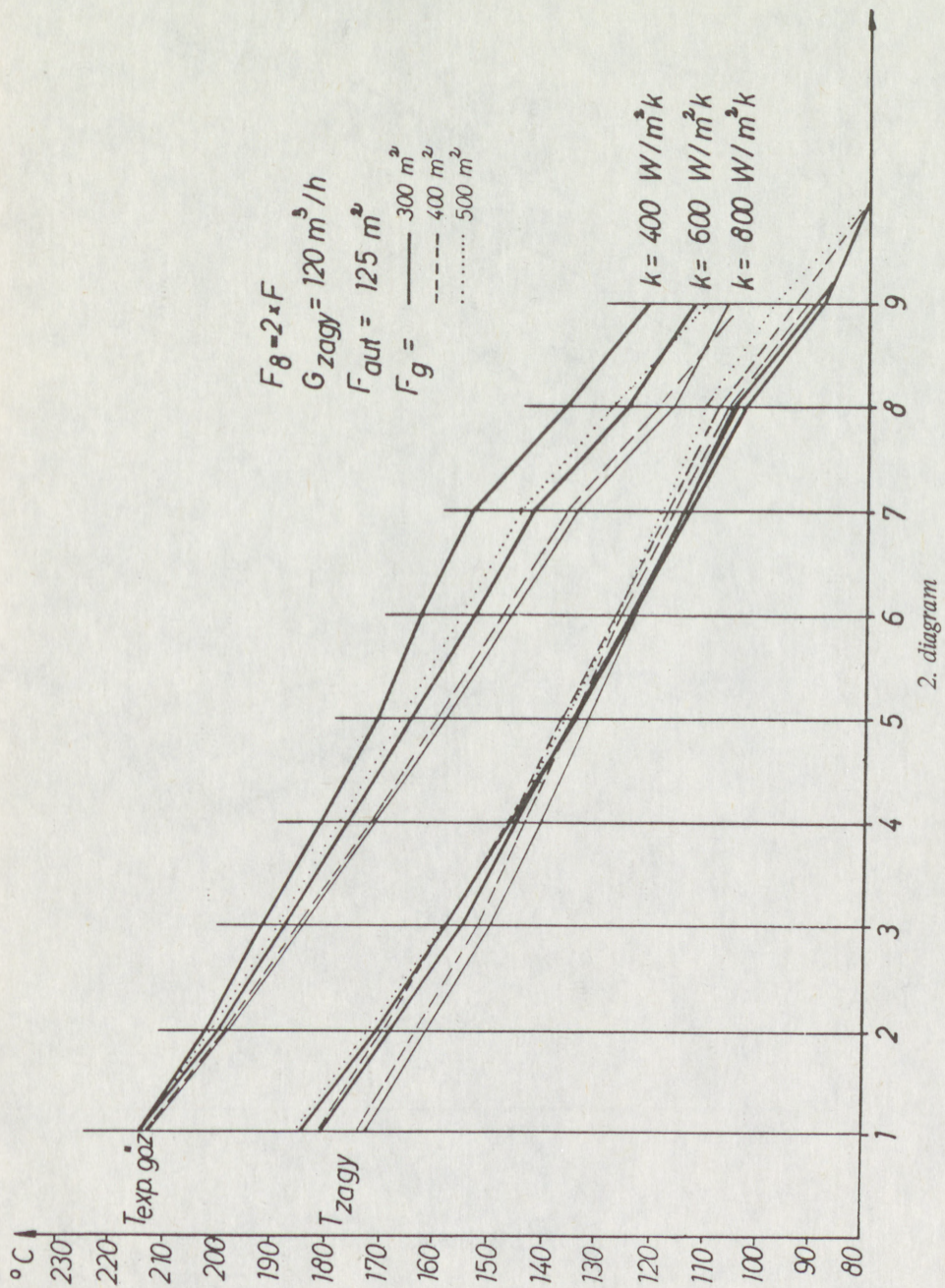
2. ábra: Expanziós-előmelegítő fokozat számítása

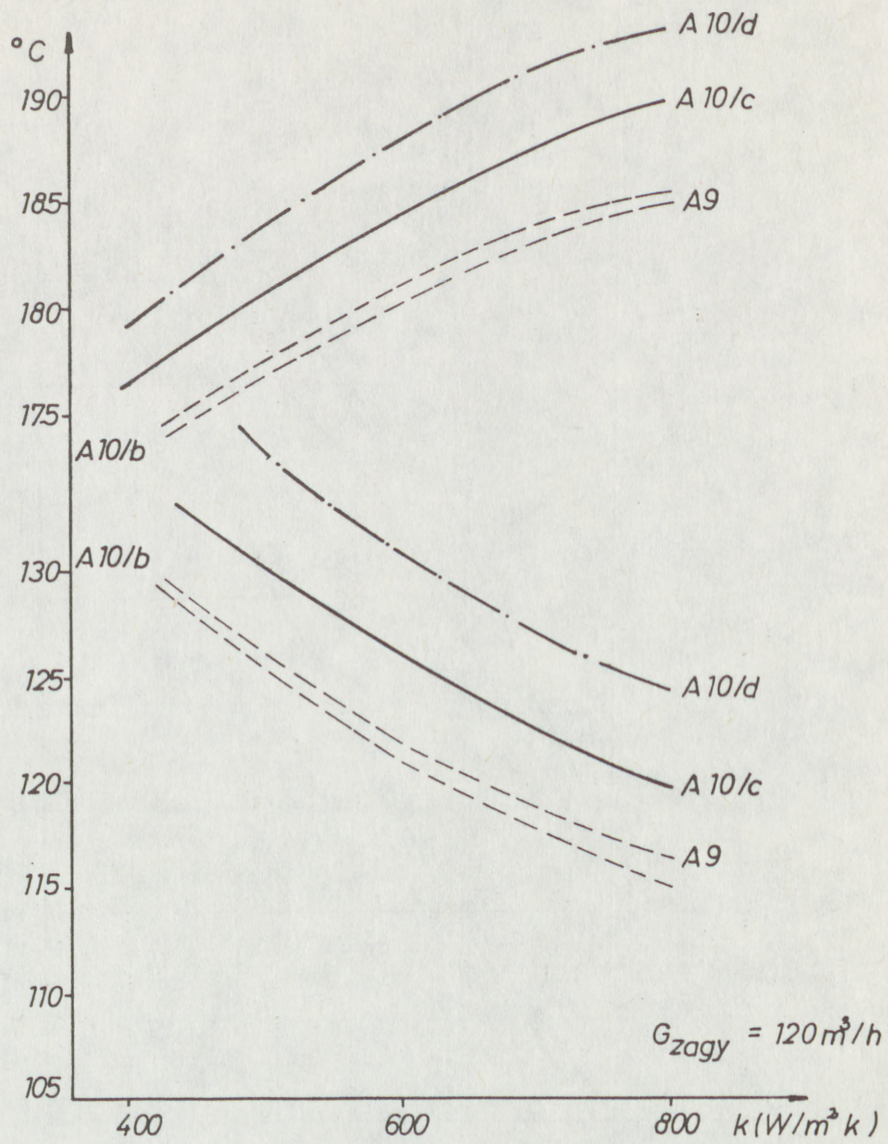


3. ábra: Hőátbocsátási tényezők.

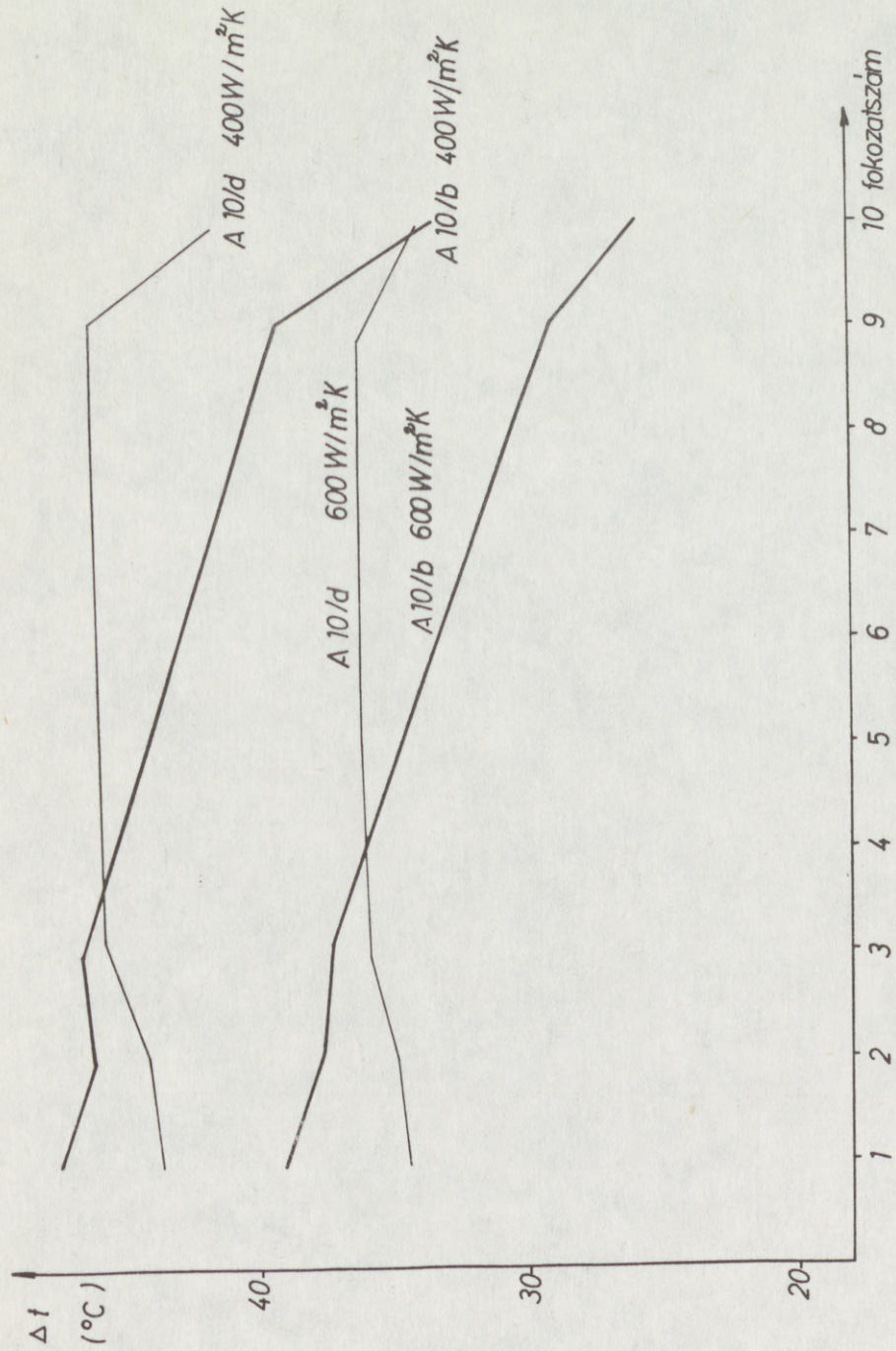


1. diagram





3. diagram



4. diagram

KAISER

A MOT

A C- és
készterm
föld
nemesko
előállítás

Külö
öntött t

Az í
atására
lonsági
ermékei
mennyis
alkalmaz

A M
a nagyo
ködéséb
artalma

Az egyél
én redu

A tí
yártásb
ak elére
entése s

Az a
elmerül

yártók

A C-

KAISER ÉVA

A MOTIM-TERMÉKEK SZÉN- ÉS KÉNTARTALMÁNAK VIZSGÁLATA

A C- és S-tartalom ismerete és folyamatos ellenőrzése feltétele a jóminőségű késztermék tímföld, továbbá a speciális célokat szolgáló ún. korundcélú tímföld gyártásának, mely utóbbi alapanyagául szolgál a tímföldbázisú nemeskorundszemcse, valamint a tímföld, ill. tímföld-ZrO₂ alapú anyagok előállításának.

Különösen fontos a C/S tartalom kis szinten tartása az olvadéukból öntött tűzálló és kopásálló termékek gyártásakor.

Az ívfény 2000 °C feletti hőmérsékletén – az olvadékban a C-tartalom hatására karbotermikus reakciók játszódnak le, melyek a késztermék tulajdonságait kedvezőtlenül befolyásolják. A redukciós folyamatok reakciótermékeinek mennyisége az ívkemencébe bekerülő C és egyéb szennyezők mennyiségének függvényében változik, ezért a jóminőségű grafittelektród alkalmazása és a minél tisztább tímföld felhasználása alapvető követelmény.

A Motim-tímföldek C-tartalma 0,01 ± 0,005% között ingadozik. Forrása nagyobb részt az olajtüzelésű kalcináló kemencék égőinek tökéletlen működéséből keletkező korom, másrészt a feldolgozott tímföldhidrát szulfát-tartalma, valamint a szervesanyag-tartalmából képződő kokszmaradék. Az egyéb járulékos szennyezők az olvadékban C és olvadt Al hatására szintén redukciós folyamatokhoz vezetnek.

A tímföld kis szén- és kén-tartalmának fontos szerepe van a műkorundgyártásban, a szemcse megfelelő fehér színének és jó csiszoló tulajdonságainak elérése érdekében, kádkő-termeléskor pedig a törések- és repedések csökkentése szempontjából van jelentősége.

Az automatikus C-és S-elemzés igénye a Motim-ban már a 70-es években felmerült, de mivel gyors és minden igényt kielégítő módszer nem volt, a gyártók igényeinek csak részben tudtak eleget tenni.

A C-tartalom meghatározására szolgáló Mars-kemencés módszerrel ter-

mékeink C tartalmát nyomon tudtuk követni, hátránya volt azonban a módszernek a gyártási hőmérsékletnél kisebb égetési hőmérséklet és az időigényesség. Egy minta elemzése 8 órát igényelt.

Az S-tartalom meghatározására az iparban többféle módszer terjedt el, melyek mindegyike az S-tartalmat kioldás útján, a minta teljes oldatbavitele nélkül határozta meg.

Laboratóriumunkban viszonylag gyors nefelometriás módszert vezetünk be, mely szerint a minta szódás kilugozásaa után az átsavanyított oldatot NaCl-HCL oldattal pufferolva, a $BaCl_2$ hatására keletkező finomelozlású $BaSO_4$ okozta zavarosságot mértük.

Az eredmények általában reprodukálhatóak voltak, a módszer hátránya azonban az időigényességen kívül az, hogy csupán a felületen adszorbeált S-tartalmat határoztuk meg. A különböző szén vegyületek együttes mennyiségi elemzésére módszer nem állt rendelkezésre. Szükséges volt egy gyors és megbízható, lehetőleg automatikus összes C/S elemzési adatokat szolgáltatató megoldás keresése. Az Amerikai LECO-cég Münchenben működő képvisellete a vas és acéliparban jól bevált – lényegében infravörös gázelemző – készülékének kipróbálását ajánlotta termékeink vizsgálatára. Ugyancsak felajánlotta az előkísérletek elvégzésének lehetőségét alkalmazástechnikai laboratóriumában. A lehetőséggel éltünk és a második alkalommal végzett kísérleti mérések idejére már elkészült a LECO-cég legújabb típusú analizátora a CS-244, melynek a korábbi típusokkal szemben legnagyobb előnye hogy nagyfrekvenciás indukciós kemencével rendelkezik, ami a minták elégetéséhez $2000^{\circ}C$ hőmérsékletet biztosít. Így már korund mintáink elemzéséhez is elértük a gyártási hőmérsékletet.

Főbb műszaki jellemzői :

- Mikroprocesszoros ellenőrző rendszer.
- Automatikus mérés és kiértékelés.
- Automatikus kalibrálás és korrekciós lehetőség.
- Beépített elektronikus mérleg.
- Közvetlen eredménykijelzés 5 tizedesig.
- Az elemzés során a minták elégetéséből származó és a mérőcellákon áthaladó gázáram CO_2 - és SO_2 - koncentrációját a mikroprocesszor a detektorok segítségével időben követi és tárolja. A koncentráció-idő diagram integrálásával és a tárolt bemérés adatával kiszámítja, digitálisan kijelzi és kinyomtatja a minta C/S tartalmát.

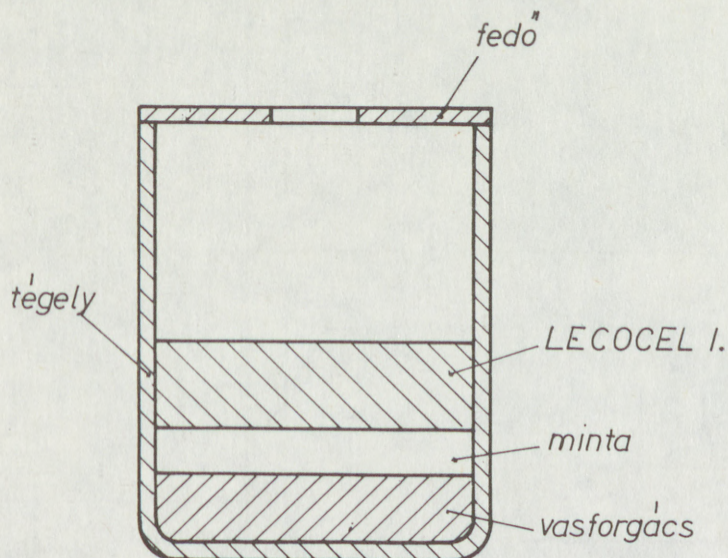
– Az analízis effektív ideje 30 s.

A nagyolvadáspontú Motim-termékek elemzéséhez speciális analitikai körülményeket kellett kialakítani, melynek fő szempontjai:

- a vezetőképesség biztosítása,
- vizsgálandó minták előkészítése,

– megfelelő minőségű oxigén biztosítása.

Vezetőképesség biztosítására a LECO-cég által forgalmazott vasforgács és Wolframgranulátum 1 : 3 arányú mennyiségét alkalmazzuk az 1. ábra szerinti elrendezésben. A mintát szükséges az akcelerátorok közé elhelyezni, ellenkező esetben a megolvadt gyorsítók alatt tímföld, ill. korund maradhat a tégelyben. A vizsgálandó minta mennyiségét 0,200 g-ban határoztuk meg.



1. ábra: Az elemzendő minta és az égésgyorsító elrendezése a tégelyben.

Mintaelőkészítési gondok részben a minták porosságára, részben pedig a tűzálló és kopásálló anyagok keménysége és esetleges inhomogén szennyezőeloszlása miatt merültek fel. Termékeink nagy keménysége miatt mindig különös gondot kellett fordítani a törőberendezések anyagára.

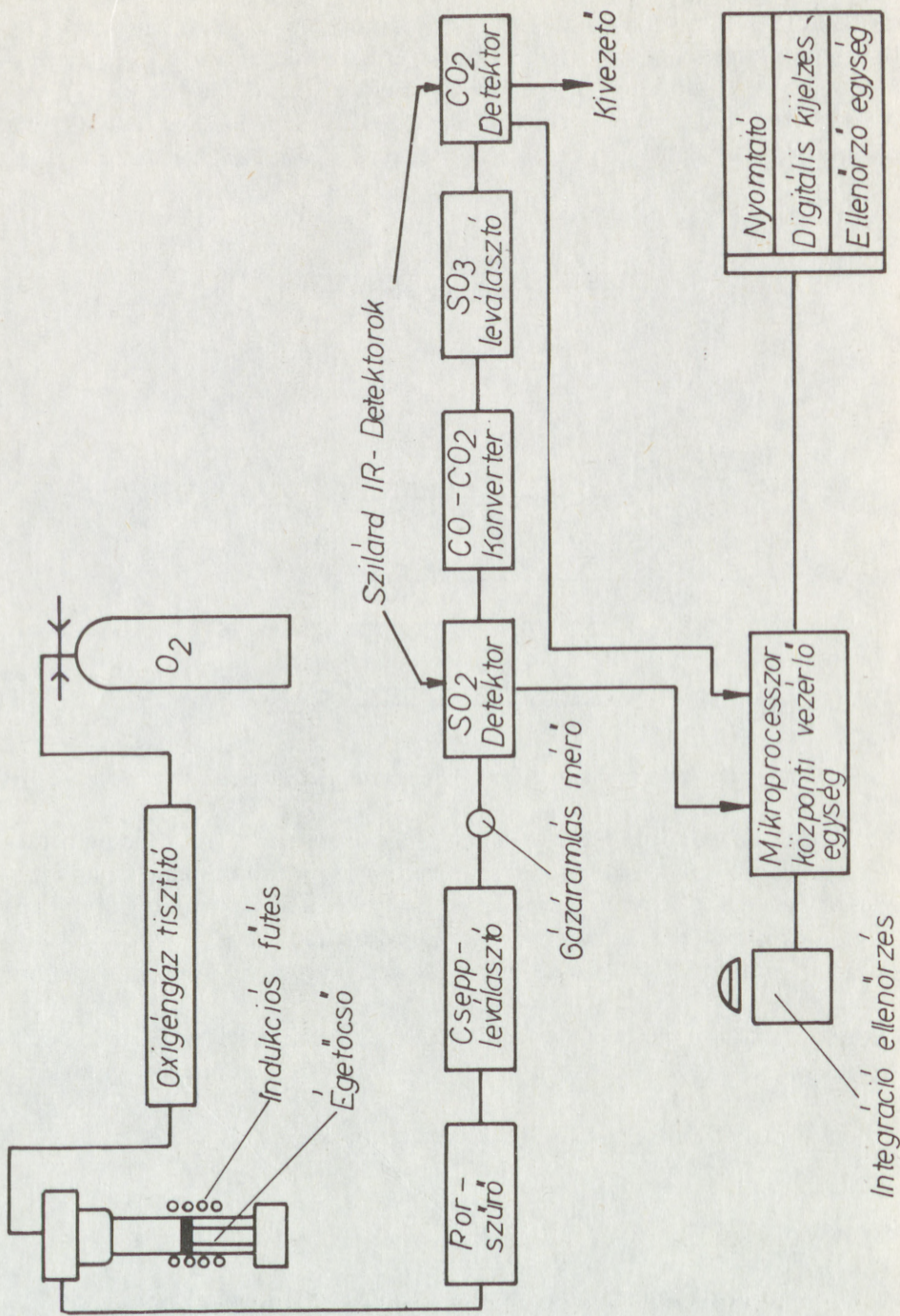
Minden mintát kiszárítunk, mert a készülék a nedvességtartalomra rendkívül érzékeny.

Az oxigén tisztasága nem elhanyagolható a ppm nagyságrendű szennyezők elemzésekor, ezért több oxigén-tisztító töltetet és berendezést iktattunk be.

A készülék működési elvének blokkdiagramja a 2. ábrán látható.

A készülék hitelesítése:

LECO által szállított fémstandard minták segítségével történik (3. ábra).



2. ábra: LECO CS-244 C- és S-elemző automata felépítési és működési vázlat

Az elem
 - Az
 anal
 - Bem
 val a
 látur
 - A k
 gelyt
 nyom
 az ox
 - Az
 csőb
 - A je
 bem
 lizis
 - A fő
 ma %
 - A je
 rülő

<i>C-tartalomra a Nr. 501-502</i>	$C\% = 0,0510 \pm 0,004$
	$S\% = 0,0191 \pm 0,0008$
<i>S-tartalomra a Nr 501-503</i>	$C\% = 0,1580 \pm 0,003$
	$S\% = 0,0124 \pm 0,0006$

gyűrű alakú mintákkal kalibráltunk.

<i>Vakértéket a Nr. 501-673</i>	$C\% = 0,0009 \pm 0,0003$
	$S\% = 0,0012 \pm 0,0002$

vasforgács standard mintával határoztuk meg.

Készülékünk tehát

C% 0,0006 – 0,160 és

S% 0,0010 – 0,02 között lineáris

3. ábra: CS-244 hitelesítéséhez felhasznált etalonok

Az elemzés kivitelezése:

- Az előre kiizzított tégelybe bemérünk 1 (0,7 g) vasforgácsot, majd az analizátorba beépített elektronikus mérlegre helyezzük.
- Bemérjük a 0,200 g mintát, majd a központi egység ENTER gombjával a súlyt betápláljuk a komputerbe. A mintát (2,0 g) Wolfram-granulátummal egyenletesen lefedjük a tégelyre rátesszük a fedőt.
- A kemence-egység UP/DOWN kapcsolójával a kemencét kinyitjuk, a tégelyt a lábazatra helyezzük, majd az UP/DOWN kapcsolót ismét megnyomva a kemence becsukódik, a minta az égetőtérbe kerül, megindul az oxigén áramlása.
- Az öblítési idő eltelte után megkezdődik a tényleges analízis. Az égetőcsőben a minta felizzik.
- A jelzőközponton pedig látjuk az elemzés alatt álló minta kódszámát, bemért tömegét és az analízis pillanatnyi idejét s-ben. A 30 s-nél az analízis befejeződik az oxigén áramlása megszűnik.
- A fő display-sávon digitális kijelzésben megjelenik a minta C- és S-tartalma %-ban.
A jelző központon pedig sorban megjelenik minden kinyomtatásra kerülő adat.

Néhány jellemző Motim termék C/S tartalmának 10–10 párhuzamos elemzési adatát mutatjuk be a 4. ábrán. Ebből is látható, hogy műszerünk üzembehelyezése kielégítette a bevezetőben említett üzemi igényeket és kiküszöbölte a C/S analitikában fennállott hiányosságokat. A gyors C/S elemzés nagy jelentőséggel bír az alacsony szennyezőtartalmú ún. korundcélú tímföld gyártásának ellenőrzése terén, mivel a kalcinálás folyamatos ellenőrzésén túl, bárminemű *zavar esetén* az elemzési igény felmerülésétől számított 1/2 órán belül eredményt lehet szolgáltatni. Előnyt jelent az export szállítások terén is, miután az e célra gyártott tímföld előírás szerinti S-tartalma folyamatosan és gyorsan ellenőrizhető.

Mivel készülékünk üzembehelyezése előtt csak a részleges kioldásos módszerrel tudtunk S-adatokat szolgáltatni, a gyártók ezekre az értékekre voltak utalva. Ugyancsak ezek az értékek szerepeltek a külföldi vevőkkel kötött szállítási szerződésekben is.

A gyártók és felhasználók igényelték, hogy a nagyobb értéket adó összes S-adathoz ismerjék a kioldásos módszerrel nyerhető kisebb értéket. Hosszabb ideig ezért elemeztük és közöltük úgy a LECO össz. S, mint a kioldásos módszerrel kapott S-adatokat.

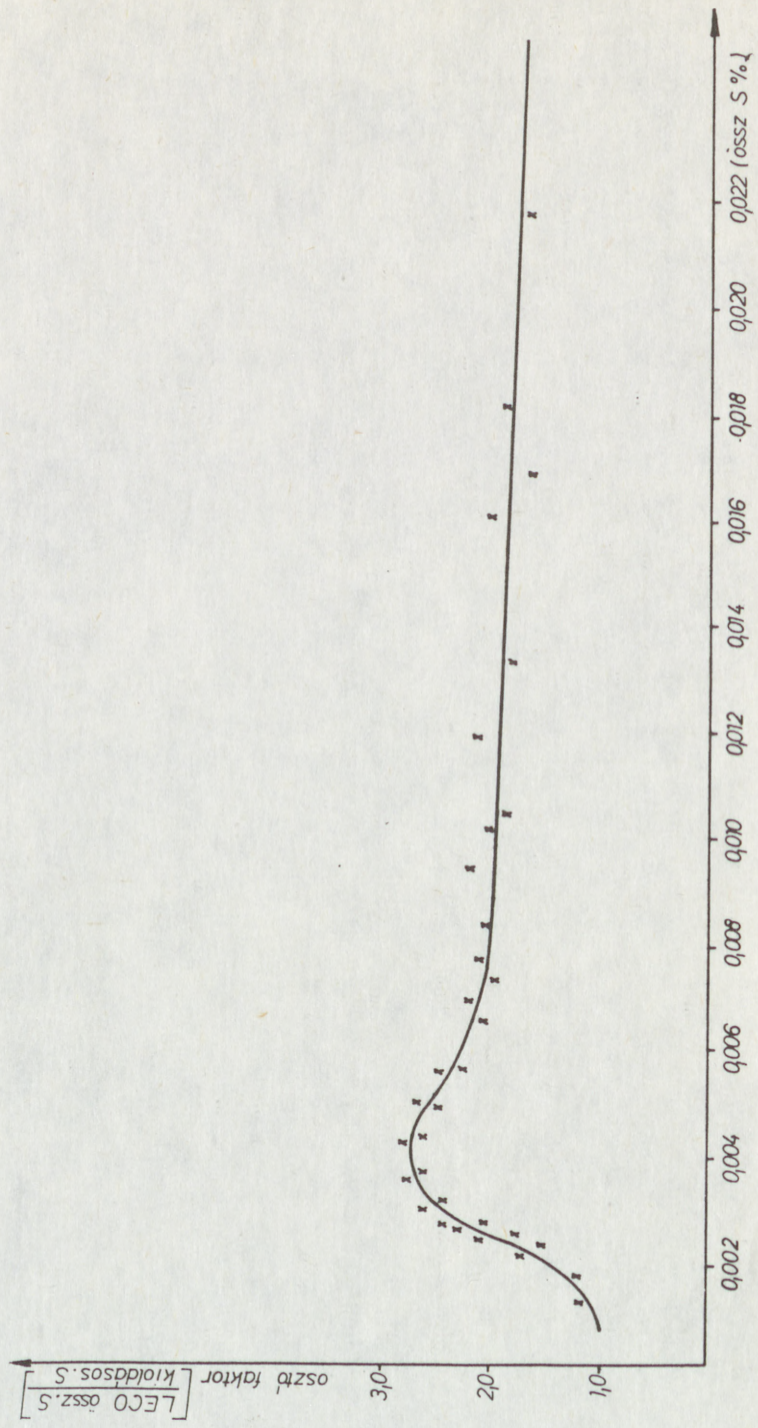
Nagyobb számú párhuzamos elemzés birtokában összefüggést kerestünk a kétféle S-adat között. Látva, hogy a 2 kénérték hányadosa bizonyos határok között változik, ábrázoltuk a hányadosként nyert osztófaktort az összes S-tartalom függvényében. (5. ábra)

Az így kapott összefüggés csupán tapasztalati jellegű és kizárólag a MOTIM-ban gyártott tímföld fenti 2 módszerrel megelemezett adataira érvényes.

Az Ausztriai Treibacher Chemische Werke (TCW) részére szállított korundcélú tímföld kioldásos S-tartalmát 1985. május hótól már ezzel az átszámításos módszerrel elemeztük.

A 6. ábrán bemutatom 1985. III. hótól a kiszállított tímföld ausztriai és Motim elemzési adatait havi átlagban. Az eltérő módszerrel kapott elemzési adatok különbsége nem nagyobb, mint az azonos módszerek esetén a két labor által elemzett adatok különbsége.

Műkorundgyártáshoz ill. tűzálló és kopásálló idomkövek gyártásához felhasznált korundcélú tímföld alapanyag folyamatos ellenőrzésével, valamint a késztermék gyors vizsgálatával az üzemek gyors és hasznos információkat kapnak a technológiai folyamatok vezetéséhez.



5. ábra: LECO össz. S és LECO össz. S közötti összefüggés kioldásos S

Száll
 1985 III
 IV.
 V.
 VI.
 VII.
 IX.
 X.
 XI.
 XII.
 1986. I.
 II.
 III.
 VIII.
 IX.
 X.
 1987. I.
 II.

Ábra: TC
 lita

	Szállítási idő	TCW-elemzése $10^{-4}\%$	Motim-elemzése 10^{-4}	Módszer
1985	III.	14,6	11,4	azonos
	IV.	15,4	12,4	„
	V.	17,3	15,8	különböző
	VI.	18,7	12,7	„
	VII.	19,4	12,9	„
	IX.	18,8	14,6	„
	X.	16,4	13,9	„
	XI.	19,0	15,7	„
	XII.	19,5	17,1	„
1986.	I.	16,0	14,1	„
	II.	20,8	19,4	„
	III.	14,1	14,4	„
	VIII.	14,3	14,2	„
	IX.	17,7	16,2	„
	X.	14,1	15,2	„
1987.	I.	14,7	13,8	„
	II.	17,6	16,8	„

6. ábra: TCW részére szállított korund-célú tím föld elemzési adatainak összehasonlítása.

ALTRIC

A 70-es é
gáz tisztítá
Föld min
vált a lis
pusú tim
donságait

lzzítási ve

a Al_2O_3
Rézsüsző
BET fajt.
- 44 μm ,

. A hom
max. 35^o
gok. E t
hatók, ezé
minimaliz

A hom
fattriciós
dosításáva

A kike
egyes rés

ALTRICHTER FERENCNÉ

ÚJ MÓDSZER ALKALMAZÁSA A KIKEVERÉS FOLYAMATELLENŐRZÉSÉRE

A 70-es évektől kezdődően a blokkánódos kádak megjelenésével és a száraz gáztisztítás elterjedésével megváltozott az alumíniumkohászat igénye a tím-föld minőségével szemben. Napjainkban a hazai tím földgyártás feladatává vált a lisztes tím földek helyett a homokszerű, de legalább intermedier típusú tím földek előállítás. Az egyes tím földtípusok jellemző fizikai tulajdonságait a táblázat tartalmazza.

	„Lisztes”	Homok- szerű	Inter- medier
Izzítási veszteség, %	0,3–0,5	0,6–0,2	0,6–0,2
α Al_2O_3 , %	50–70	≤ 30	≤ 30
Rézsűszög, °	40–50	30–35	30–35
BET fajl. f., m^2/g	5–10	35–60	35–60
– 44 μm , %	40–60	6–16	20–30

. A homokszerű tím földek jól „folyó”, könnyen fluidizálható (rézsűszög max. 35°C , –44 μm max. 15%), nagy fajlagos felületű ($35\text{--}60 \text{ m}^2/\text{g}$) anyagok. E tulajdonságok gyenge kalcinálással ($\alpha \text{ Al}_2\text{O}_3$ max. 30%) biztosíthatók, ezért a porzás elkerülésére a tím földben a finom szemcsék részarányát minimalizálni kell (–44 μm max. 16%)

A homokszerű tím földek jellemző szemcseméret-eloszlása és szilárdsága (attríciós index max. 10) a tím földhidrát kikeverési technológiájának módosításával érhető el.

A kikeverési folyamatban a termék szemcseösszetétele a kristályosodás egyes részfolyamatainak (agglomeráció, kristálynövekedés, nukleáció, tö-

redezés) eredőjeként jön létre. A durvaszemcsés tímföldhidrátok előállítására kialakult alapvető technológiai változatok lényegében abban különböznek egymástól, hogy a kikeverési részfolyamatok közül melyikre helyezik a hangsúlyt.

Az 1. táblázatban az Amerikai, a Pechiney és az Alusuisse eljárás technológiai paraméterei láthatók. Az *amerikai technológiában* az aprózódásból és gócképződésből eredő finom szemcséket oltóanyagként visszajátatva durva halmazokká agglomeráltatják, a *francia technológiában* pedig nagy oltóarány mellett a nukleáció visszaszorítására és a kristálynövelés feltételeinek javítására törekednek. Ennek kedvez a nagy Na_2O_k -tartalom és kis körfolyamati szennyezőszint. Az *Alusuisse*-eljárás az amerikai és francia kikeverési technológia kombinációja, amelyben a kikeverés kezdetén a finom oltóhidrát agglomerációját végzik nagy (120–150 g/l Na_2O_k) alumínátlúg-koncentráció mellett, majd jelentős közbenső hűtés (10–20°C) után a kikeverés második szakaszát durva oltóhidráttal, megnövelt oltóarány mellett hajtják végre.

A hazai technológiák közül az ajkai leginkább a francia eljáráshoz hasonlít, az Almásfűzítői Tímföldgyárban kialakított durvaszemcsés technológiai sor pedig az Alusuisse-technológia elemeit tartalmazza.

A kikeverés kezdetén nagy Na_2O_k -tartalmú alumínátlúgban az agglomerációnak kedvező feltételeket teremtenek, majd folyamatos kikeverősoron 3–3,5 oltóarány és kisebb hőmérséklet mellett az agglomeráltatott kristályokat növelik és szilárdítják, végül sorközi hűtés után folytatják a kikeverést az oldathatékonyság növelése céljából.

Adott üzemben (meghatározott koncentráció-viszonyok és szennyezőszint illetve adott apparatív feltételek mellett) a kristálynövekedési és aprózódási folyamat állandónak tekinthető. Ezért az üzemirányításnak az állandó szemcseösszetétel biztosítása érdekében arra kell törekednie, hogy a nukleáció és agglomeráció folyamatát stabilizálja, illetve egyensúlyban tartsa.

Közismert, hogy a tímföldgyárak kikeverő rendszerében keringő tímföldhidrát szemcseméreteloszlása periódikusan változik. A finomodási-durvulási periódusok 2–3 hónaponként követik egymást. A periódicitás oka, hogy állandó oltóarányt feltételezve a durva periódusban kevesebb aktív felület áll rendelkezésre az alumíniumhidroxid „rákristályosodással” történő kiválásához és ezért az újkristálygócok képződése fokozódik. Az oltóanyagként visszajátatott hidrát „elfinomodásával” az aktív felület növekszik, ezért a gócképződés csökken, és ismét a kristálynövekedés kerül előtérbe.

Ideális megoldás lenne az egyenletes szemcseösszetétel biztosítására, ha az oltást olyan módon lehetne vezetni, hogy egységnyi oldattérfogathoz (állandó lúgkoncentrációt és induló mólarányt feltételezve) mindig azonos „oltóaktivitással” rendelkező oltóanyag-mennyiséget adagolnánk.

Ilyen módszer kialakításának az üzemi kivitelezés nehézségein kívül az az akadálya, hogy a kristályosodás szempontjából aktív savas centrumok meghatározására nincs könnyen kivitelezhető mérési módszer. Az sem elégtő, ha a fajlagos felület alapján számítjuk az oltóaktivitást, mivel az aktív centrumok felületi sűrűsége a szemcsemérettől és morfológiától függően változik. Példaként 100 g/l Na_2O -koncentrációjú és 2,5 mólarányú lúgban mért – feltételezésünk szerint az aktív göcök mennyiségével arányos – immerziós hő értékeit mutatjuk be, üzemi hidrátból szétválasztott különböző szemcsefrakciókra.

Szemcsefrakció	Fajl. f.	Immerziós hő	Immerziós hő
	(BET) m^2/g	Joule/ m^2	Joule/g
+ 80 μm	0,029	4,764	0,138
66–80 μm	0,032	4,187	0,134
45–60 μm	0,045	2,970	0,134
20–45 μm	0,050	2,930	0,146
– 20 μm	0,159	–	–

Az adatokból az a „meglepő” megállapítás vonható le, hogy a durva hidrátfrakcióban az aktív centrumok felületi sűrűsége nagyobb, mint a finom frakcióban. Tömegegységre vonatkoztatva a finom (–45 μm) frakció aktivitása mégis meghaladja a durva frakcióét, mert a finom hányadban a fajlagos felület növekedése nagyobb mértékű mint az aktív centrumok felületi sűrűségének csökkenése.

A kikeverési folyamat bonyolultsága miatt a kívánt termékminőség és gazdasági hatékonyság érzékeny és gyors gyártásellenőrzés nélkül elképzelhetetlen.

A világ tímföldgyáraiban a kikeverő üzem szemcseösszetételének ellenőrzésére és a stabilabb üzemvitel biztosítására a következőkben felsorolt módszereket alkalmazzák.

– Tömegszerinti szemcseösszetétel-vizsgálat és a 45 μm alatti, vagy ennél finomabb frakció arányának változása alapján a rendszer befolyásolása az induló hőmérséklet vagy egyéb paraméterek változtatásával (pl. hazai üzemek).

– Fajlagos felület mérése BET módszerrel vagy egyéb egyszerűsített mérés-technikával és az oltóanyag-mennyiség, valamint egyéb paraméterek változtatása a fajlagos felület alakulásának megfelelően. Például az Alusuisse Goveban az agglomerációt a finom oltóanyag mennyiségének szabályozásával irányítják úgy, hogy az alumínátlúg túltelítettségének és az oltóhidrát fajlagos felületének viszonzszámát tartják megadott határok között.

– Újabban sok üzemben térthódított a szemcsepopuláció szám-szerinti mérése, illetve ennek egyszerűsített változata, amikor a hidrázagy térfogategységében mért szemcseszámot ellenőrzik, illetve lehetőség szerint igyekeznek állandó értéken tartani. A Mostari Tímföldgyárban és az Euralumina portoscusai tímföldgyárában komoly sikereket értek el ezen gyártásellenőrzési módszer alkalmazásával.

A továbbiakban a gyártásellenőrzési módszer előnyeit és hazai alkalmazási lehetőségeit vizsgáljuk. E célból mintegy fél éven át elemeztük az Al-másfűzítői Tímföldgyár kikeverő üzemének különböző technológiai pontjaiból 2 hetenként vett tímföldhidrát-szuróminták tömeg- és számeloszlás-szerinti szemcseösszetételét és fajlagos felületét. Néhány kiválasztott mintán morfológiai vizsgálatot végeztünk.

Az alkalmazott analitikai eszközöket a táblázatban ismertetjük.

Szemcseméret-analízis: HIAC PA-720 analizátor

Fajlagos felület-mérés: BET egyenleten alapuló gázadszorpciós eljárással

Morfológiai vizsgálat: Philips SEM 505 típusú pásztázó

elektromikroszkóphoz csatlakozó Omnicon-Reichert
FAS II típusú képanalizátor

Pórusméret-eloszlás: Carlo-Erba gyártmányú 70 H típusú
nagynyomású poroziméter

A vizsgálati eredményekből levonható következtetéseket az oltóanyag-minták mérési adatai alapján szerkesztett 1. ábrán szemléltetjük, ahol az oltóanyag szemcseösszetételének és fajlagos felületének változásait ábrázoltuk a mintavételi idő függvényében.

Az eredményekből levonható következtetések

- Június és augusztus hónapokban a nukleáció mértéke fokozódott a kikeverőben.
- A nukleáció fokozódása a hagyományos gyártásellenőrzési módszerrel (tömegeloszlás-szerinti szemcseösszetételi vizsgálat alapján a tímföldhidrát 45 μm alatti hányadának változásához alkalmazkodó üzemirányítás) csak mintegy 2–3 hét késéssel ismerhető fel, amikor a nukleáció hatására képződött finom szemcsék ($-10 \mu\text{m}$) az oltóanyaggal többször visszajárva már nagyobb méretet értek el. Ennek oka az, hogy a tömegeloszlás érzéketlen a finom frakcióban bekövetkező változásokra (a részecskék tömege a részecskeméret harmadik hatványával arányosan változik, – pl. 1 db 1 μm átmérő-

jú tímföldhidrát-szemcse tömege csak egymilliómod része 1 db 100 μm átmérőjűnek, – ezért számeloszlásban mért 50% – 10 μm -es hányad tömegeloszlásban csak 1,9%-ot jelent), és a nukleációt csak a képződött kristálygócok növekedésének hatására érzékeli. Ilyen módon az üzemvezetés már csak kifejlett, sőt lezajlott nukleáció után avatkozhat be a kikeverési folyamatba.

Számeloszlás-méréssel a 10 μm alatti frakció változásai alapján a káros elfinomítás kezdete 1–2 nap késéssel érzékelhető, tehát a technológiai paraméterek módosításával a gócképződési folyamat visszaszorítható, és a rendszer káros „lengése” megelőzhető.

– Tömegeloszlás-mérés alapján is viszonylag pontosan felismerhető a nukleáció fokozódása, ha a 20 μm alatti frakció változásait kísérjük figyelemmel.

– Megvizsgáltuk az oltóanyag fajlagos felülete (BET) és a szemcseméreteloszlásból számított ún. külső fajlagos felület közötti összefüggést. Úgy találtuk, hogy e két érték között nincs korreláció. Az almásfűzítői oltóhidrátok BET-felületét elsősorban a primer kristályméret befolyásolja, de ezenkívül hatással van rá az agglomeratum tömörsége, a pórusterfogata és a póruseeloszlása.

– Érdekes példája az eltérő kikverési technológiákkal előállított tímföldhidrátok morfológiai különbözőségének az Ajkán és Almásfűzítőn előállított $\text{Al}(\text{OH})_3$ fajlagos felületének különbözősége, amely nem csak a BET-felületek értékében, hanem a BET felület/külső felület arány eltérésében is jelentkezik.

	Almásfűzítő	Ajka
BET fajl. felület, m^2/g	0,18–0,45	0,04–0,16
külső fajl. felület, m^2/g	0,053–0,084	0,051–0,071
BET f. f. / külső f. f. –	2,8–6,22	1–1,8

Az eredmények arra utalnak, hogy a kristálynövesztésre alapozott technológiával tömörebb szemcsék állíthatók elő, mint az agglomerációs technológiával.

Irodalom

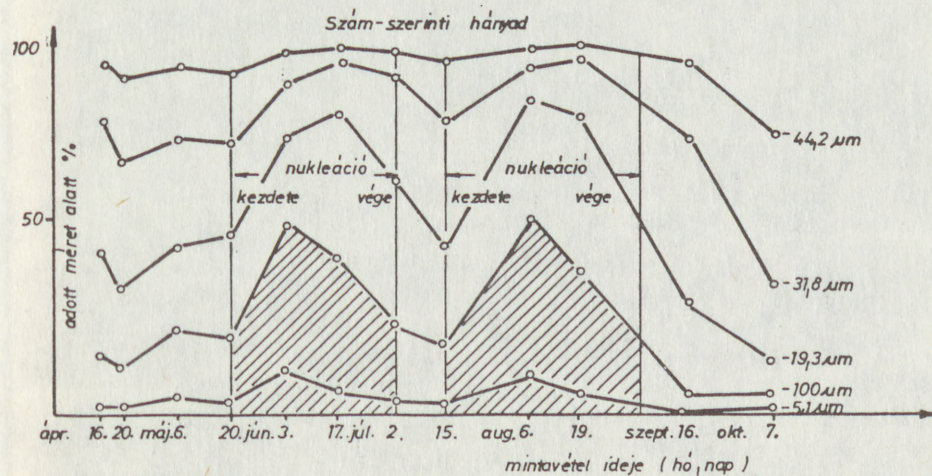
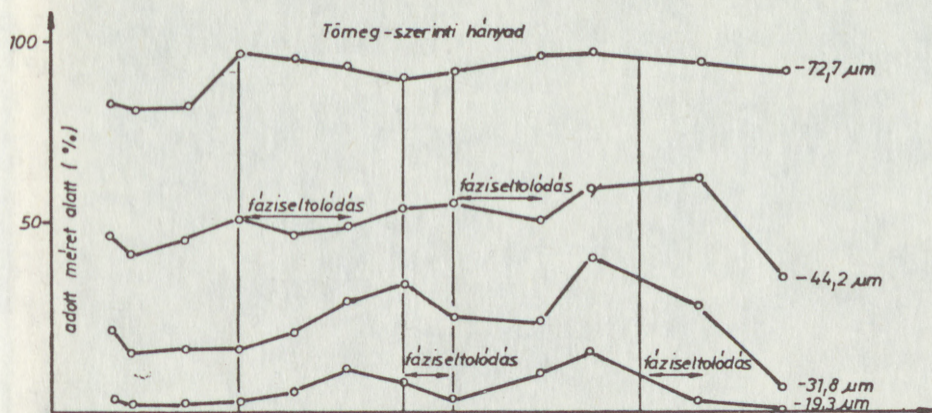
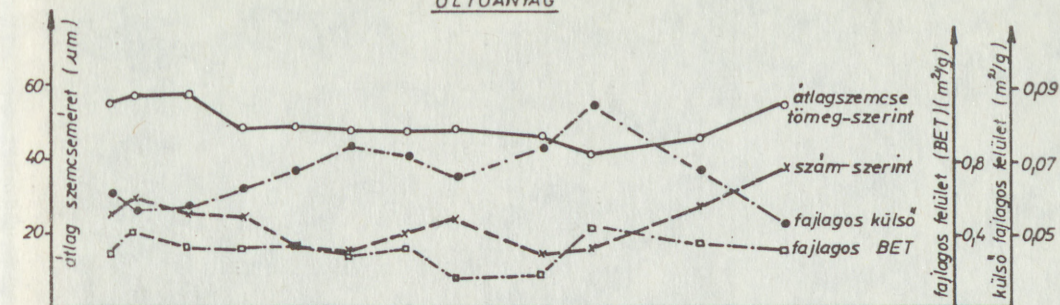
- Kiss Zoltán: Összefoglaló tanulmány a homokszerű tímföldgyártási technológia ismereteiről (1983).
- dr. Zöldi József Tesztrendszer a homokszerű tímföldet gyártó kísérleti üzem ellenőrzésére és irányítására (1980).
- S. Perra: Euralumina progress in Precipitation progress. Control of aluminium tri-hydrate. Light Metals 1985. p. 133.

1. táblázat

A durvaszemcsés tímföldhidrátok előállítására kialakult alapvető technológiák

	Amerikai	Pechiney	Alusuisse
Al-lug Na_2O_k -konc. (g/l)	90–100	150–160	120–150
Szódaszint (%)	20–22	max. 11	–
C_{org} (g/l)	> 10	max. 2–3	–
Mól-arány (induló)	1,45–1,60	1,5–1,55	> 1,4
T kezdő ($^{\circ}\text{C}$)	70–80	60	66–77
T végső ($^{\circ}\text{C}$)	60–65	55	< 55
Oltóarány			
Finom oltóhidrát	0,2–0,3	–	~ 0,2–0,3
+ 44 μm	55–75		
+ 70 μm	0–15		
Durva oltóhidrát	0,8–1,0	3–3,5	~ 2,5–3
– 44 μm	13–20	–	
+ 70 μm	45–55	–	
Kik. idő (h)	30–50	50	50–70
Oldathatékonyság ($\text{kgAl}_2\text{O}_3/\text{m}^3$)	45–50	70–80	70–80
Jellemző:	Agglomeráció	Kis körfolyamati szennyezettség mellett kr. növelést végeznek. – Intenzív lúgtisztítás	Kezdetben (6 h) agglomerációt alkalmaznak, majd sorközi hűtés után durva oltóhidráttal „ráoltva” növelik és szilárdítják a kristályokat

OLTÓANYAG



1. ábra

ILLYÉS

ALMA
ÉS A

Bevezetés

Tímföldg
földgyárt
szerűsítés
irányítás
mációk é
dig nem
keverési f

1986-t

ületi tu
és üzemi
számolta
mények
közötti á
hidrát sze

1. Új ism

1.1 Töm

A t
nem

ILLYÉS JÁNOSNÉ

ALMÁSFÜZITŐI TIMFÖLDHIDRÁTOK FIZIKAI TULAJDONSÁGAI ÉS AZOK ÖSSZEFÜGGÉSE A KIKEVERÉS PARAMÉTEREIVEL

Bevezetés

Tímföldgyárunkban az utóbbi évek kiemelt feladata a durvaszemcsés tímföldgyártás feltételeinek megteremtése. A kikeverés technológiájának korszerűsítése, apparatív fejlesztése mellett fontosnak tartjuk, hogy a folyamat irányításához szükséges elméleti ismereteinket is bővítsük. Irodalmi információk és saját tapasztalataink alátámasztják azt az igényt, hogy általunk eddig nem alkalmazott módszerek segítségével alaposabban megismerjük a kikeverési folyamatban szereplő anyagok tulajdonságait.

1986-ban nagyszámú laboratóriumi mérést végeztünk az oltóhidrát felületi tulajdonságának, morfológiájának vizsgálatához. Elemzési adatok és üzemi paraméterek felhasználásával a kikeverés induló hőmérsékletén kiszámoltam az alumínátlóg túltelítettségét. A kapott új ismeretek és eredmények alkalmazásával vizsgáltam az oltóhidrát és az alumínátlóg jellemzői közötti összefüggéseket, valamint hatásukat az ún. durvító ágon kikevert hidrát szemcseméretére.

1. Új ismeretek gyűjtése az oltóhidrát fizikai jellemzőiről

1.1 Tömeg-szerinti szemcseméret-eloszlás

A tömeg-szerinti szemcseméret-eloszlás meghatározása önmagában nem jelent új információt, hiszen ezt már több éve, általában deká-

donkénti (10 naponkénti) gyakorisággal végezzük. A fontosabb szemcsefrakciók időben változásának vizsgálata azonban új ismeretekhez vezet, amint azt az 1. ábrán láthatjuk, amelyen az oltóhidrát 1986. évi dekadadatait az idő függvényében ábrázoltam. A szemcseméret-eloszlás meghatározását Alpine-légsugárszitával (45 µm feletti tartomány) és fotoextinkciós szedimentométerrel (45 µm alatti tartomány) végeztük.

Az 1. ábra alapján megállapítható:

- A hidrátok szemcseösszetételében jelentkező ciklikusság – a finomodási és durvulási periódusok – a szemcsék számának a 10 µm alatti hányadban bekövetkező jelentős megnövekedésével kezdődik.
- A nagyobb méretű szemcsefrakciókban a növekedés 1–2 dekádos időeltolódással követi egymást.
- Az újabb finomodási periódus kezdete akkor tapasztalható, amikor a hidrátszemcsék többsége a 30–63 µm közötti tartományba esik.
- Két elfinomodási periódus kezdete között eltelt idő átlagosan 4–6 dekád.

Az 1. táblázatban felsorolom a laboratóriumunkban található szemcseanalizátorok típusát és mérési tartományát, amelyekkel a hidrát részleges vagy teljes szemcseösszetétele mérhető.

1. táblázat

A hidrát szemcseösszetételének meghatározására alkalmazható készülékek

típusa	A készülékek	mérési tartománya
– Alpine-légsugárszita		45–100 µm
– Coulter Counter analizátor		70 µm kapill.: 1,26–40 µm 280 µm kapill.: 4–160 µm
– EEL fotóext. szedimentométer		2–45 µm
– FRITSCH-Analysette 20 Scanning Fotoszedimentométer		2–45 µm

1.2 A szemcseméret szemcseszám-szerinti eloszlása

Figyelmünk egyre inkább az oltóhidrát legfinomabb szemcsefrakciójában bekövetkező változásokra irányult, ezért nagyon hasznos új információkhoz jutottunk a szemcseméret szám-szerinti eloszlásának meghatározásával.

A szemcseszám-szerinti eloszlás mérését a Coulter Counter analizátor segítségével végeztük. Az elemzés körülményeinek kidolgozása után nagy számú – a kikeverési technológia különböző pontjáról származó hidrátmintából végeztünk szemcseszám-analízist. Az oltóanyag

szám-szerinti eloszlásának frakciónkénti változását a 2. ábrán láthatjuk. Az ábra vizsgálatokor a finomodási és durvulási periódusok időtartamára, az egyes frakciókban jelentkező maximumok eltolódására az 1. ábra vizsgálatához hasonló megállapításokat tehetünk. Ami azonban lényeges különbség a két ábra között: a legfinomabb – a $10\ \mu\text{m}$ alatti – szemcsefrakcióban bekövetkező változásokat hamarabb és érzékenyebben jelzi a szemcse-szám-szerinti eloszlás, mint a tömeg-szerinti. Ezt jól illusztrálja a 3. ábra, amelyen a Coulter Counter analízátorral mért tömeg- és szemcse-szám-szerinti meghatározás eredményeképpen adódó $10\ \mu\text{m}$ alatti frakció értékeit ábrázoltam.

1.3 Az oltóhidrát fajlagos felülete

Néhány durvaszemcsés tíföldet előállító külföldi üzemben már kifejezetten az oltóhidrát fajlagos felületének figyelembevételével irányítják a kikeverés folyamatát. Ezek az irodalomban közölt információk (1, 2, 3) készítettek arra, hogy először mérés útján ismerjük meg a mi oltóhidrátunk fajlagos felületét, majd vizsgáljuk a kikeverési technológiánkban betöltött szerepét.

A fajlagos felület meghatározását a BET-módszer elve szerint működő MICROMERITICS AccuSorb 2100 E. típusú készülékkel végeztük. Az adszorbeáltatott gáz kripton. Az 1986. év dekádonkénti oltóhidrátjainak fajlagos felületét a 4. ábra mutatja.

Az ábráról leolvasható, hogy a fajlagos felület értékei $0,1\text{--}0,8\ \text{m}^2/\text{g}$ között alakultak az év folyamán. Az is látható, hogy a fajlagos felület szintén periódikusan változik, ami a szemcsemérettel bizonyos mértékű összefüggésre utal. Az 5. ábra alapján – ahol az oltóhidrát szám-szerinti szemcsejellemzőinek függvényében ábrázoltam a fajlagos felületet – megállapítható:

- Amikor a szemcsék számának 40%-nál nagyobb hányada $10\ \mu\text{m}$ alatt van, $0,4\ \text{m}^2/\text{g}$ -nál nagyobb a hidrát fajlagos felülete.
- A $45\ \mu\text{m}$ alatti frakció változása nem okoz egyértelmű tendenciát a fajlagos felület alakulásában.
- Az átlagszemcse méret növekedése a fajlagos felület csökkenésére utal.

Összességében az látható, hogy a hidrát szemcsejellemzőinek értékei alapján nem vonhatunk le minden esetben egyértelmű következtetést a fajlagos felület alakulására.

1.4 Az oltóhidrát pórusossága

A fajlagos felület és szemcseméret esetenként nem várt összefüggésének megértéséhez az oltóhidrát pórusosságának vizsgálata szükséges. A porozitás meghatározását szintén a MICROMERITICS AccuSorb 2100 E. típusú berendezésünkkel, nitrogéngáz adszorpciós-deszorpciós izotermájának felvétele alapján végeztük.

A 2. táblázatban arra láthatunk példát, hogy két lényegesen eltérő szemcseszerkezetű mintának miért lehet közel azonos a fajlagos felülete.

2. táblázat
Oltóhidrát és agglomeráltatott hidrát jellemző adatai

	Oltóhidrát	Agglomeráltatott hidrát
szemcsem., -- 45 μm %	68,0	17,6
fajl. fel. m^2/g	0,45	0,46
porozitás %	3,66	7,36
össz. pórus térf. cm^3/g	0,0157	0,0328
átl. pórus-átm. Å	462,9	359,2
átl. pórus-felület Å^2	293,9	427,7

2. Néhány kikeverési paraméter hatása a hidrát szemcseösszetételére

2.1 Az alumínátlóg túltelítettsége és az egységnyi térfogatú lúgból kivált alumínium-oxid mennyisége

A túltelítettség meghatározásához szükséges egyensúlyi Al_2O_3 -koncentrációt a következő összefüggéssel számoltam (4):

$$C^X = \text{CN} \cdot \exp\left(6,2106 - \frac{2486,7}{T} + \frac{1,0875}{T} \cdot \text{CN}\right),$$

ahol

C^X = egyensúlyi Al_2O_3 -koncentráció, g/dm^3

CN = a lóg Na_2O_k koncentrációja, g/dm^3

T = hőmérséklet, K

Az alumínátlóg túltelítettsége:

$$\text{túltelítettség } (\text{Al}_2\text{O}_3, \text{g}/\text{dm}^3) = \text{CA} - C^X,$$

ahol

CA = a lóg Al_2O_3 -koncentrációja, g/dm^3

A számításokhoz az üzemi kikeverés kezdő hőmérsékletét és az alumínátlóg elemzési adatait használtam fel.

Az egységnyi térfogatú alumínátlúgból a kikeverés időtartama alatt kiválasztott alumínium-oxid mennyiségét az üzemi alumínátlóg és retur-lóg (kikevert lóg) laboratóriumi elemzési adatai alapján számítottam ki. A 6. ábra, a kikeverés kezdő hőmérsékletének, az alumínátlóg túltelítettségének és az oltóhidrát tömeg- és szemcseszám-szerinti $10\ \mu\text{m}$ alatti hányadának időben változását mutatja. Az ábra segítségével azt érzékeltetem, hogy a vizsgált paraméterek változása hogyan rendelhető a hidrát szemcseméretében jelentkező elfinomodási időszakokhoz. Megállapítható:

- A szemcseszám- és tömeg-szerinti $10\ \mu\text{m}$ alatti hányad értékének növekedése és maximumának elérése általában a túltelítettség növekedésekor következik be.
- Ez arra utal, hogy a hidrát elfinomodását okozó góccok képződésében jelentős szerepe van a lóg állapotának a kikeverés kezdeti körülményei között.

A 7. ábrán az alumínátlóg túltelítettsége és a kikeverés során kivált Al_2O_3 g/dm^3 függvényében ábrázoltam az oltóhidrát szemcseszám-szerinti $10\ \mu\text{m}$ alatti frakciójának értékeit. Ezen az ábrán még szemléletesebben látható a lóg jellemzői és a hidrát szemcseszerkezetében bekövetkező finomodás közötti kapcsolat. Az is jól tükröződik, hogy a kikeverés végéig bekövetkező Al_2O_3 -kiválás nem mutat olyan szoros összefüggést a hidrát finom frakciójának alakulásával, mint a túltelítettség.

2.2 Az oltóhidráttal bevitt felület és az egységnyi felületre jutó túltelítettség

Az üzemi és laboratóriumi agglomerációs kikeverési kísérletek eredményeinek értékelésekor (5) érvényesnek találtuk azt az összefüggést, amit O. Tschamper (1) állapított meg. Az alumínátlóg túltelítettsége és az oltóhidráttal bevitt felület hányadosának növekedésekor nő a durvulás határfoka. Ebből következhet az a feltevés, hogy az összefüggésnek szerepe van a nagy oltóarányú, hosszú idejű kikeverési folyamatok során lejátszódó szemcseméret-változásokban is.

A vizsgálatokhoz a hidrát szemcsejellemzői közül ismét a $10\ \mu\text{m}$ alatti hányad értékének alakulását választottam ki, mivel számunkra az elfinomodási periódusok okának a megkeresése jelent fontos feladatot. A 8. ábrán az üzemi adatok és laboratóriumi elemzési eredmények alapján számolt

- egységnyi térfogatú lúgba bevitt oltófelület (m^2/dm^3),

- egységnyi felületre jutó Al_2O_3 -túltelítettséget (g/m^2),
- és az oltóhidrát tömeg- és szemcseszám-szerinti $10\ \mu\text{m}$ alatti frakciójának alakulását ábrázoltam az idő függvényében.

A diagramokról leolvasható megállapítások:

- Az oltófelület 100 és $500\ \text{m}^2/\text{dm}^3$ között változott, ami nagyon nagymértékű ingadozást jelent.
- Az egységnyi felületre jutó túltelítettséget mutató görbe minimumhelyei egybeesnek a nagy oltófelületek időszakával. Ez abból következik hogy a túltelítettség változási tartománya jóval kisebb, mint a fajlagos felületé (6. ábra).
- Az oltóhidrát $10\ \mu\text{m}$ alatti frakciójának növekedése és maximuma általában akkor következik be amikor kicsi az egységnyi felületre kiválasztható Al_2O_3 mennyisége. Tehát a nagy fajlagos felületű oltóhidrátok esetében célszerű lenne az oltóanyag mennyiségét csökkenteni, hogy a kikeverés részfolyamatai közül megnövekedjen az agglomeráció szerepe.

Az ábrán az is megfigyelhető, hogy a túlzott elfinomodást megelőző dekádokban kicsi az oltóanyaggal bevitt felület, amely azt eredményezheti, hogy kikeveréskor önálló góccok keletkeznek. Ez az oltóhidrát mennyiségének növelésével elkerülhető lenne.

A 9. ábrán az ún. durvító kikeverési ág végéről származó hidrát finomfrakciójának és az oltóhidrát egységnyi felületére jutó túltelítettségnek időben változását ábrázoltam. Ezen az ábrán jól látható, hogy a legnagyobb mértékű elfinomodás akkor következett be, amikor a túltelítettség/bevitt felület értéke a legkisebb volt.

A 10. ábra segítségével még szemléletesebbé válik az ún. O. Tschamper-féle hányados szerepe a hosszú idejű kikeverésben. Amikor az egységnyi felületre eső túltelítettség értéke a legkisebb tartományban van – $0,2\ \text{g}/\text{m}^2$ körüli érték – akkor nagymértékű elfinomodás következhet be.

Összefoglalás

A munka során az oltóhidrát és az alumínátlúg korábban nem vizsgált tulajdonságait ismertük meg, és hasznos új információkhoz jutottunk. Az eredmények alapján levonható legfontosabb következtetések:

- A hidrát szemcseszerkezetében bekövetkező elfinomodások kezdetét időben észlelhetjük, ha rendszeresen meghatározzuk a szemcseszám-szerinti $10\ \mu\text{m}$ alatti frakció értékét.
- A fontos, kikeverésre ható paraméterek között figyelembe kell vennünk az oltóhidrát fajlagos felületét.

A túl-
alumin-
hogy
gyobb
A vizsga-
őrekszün-
ására.

IRODAL

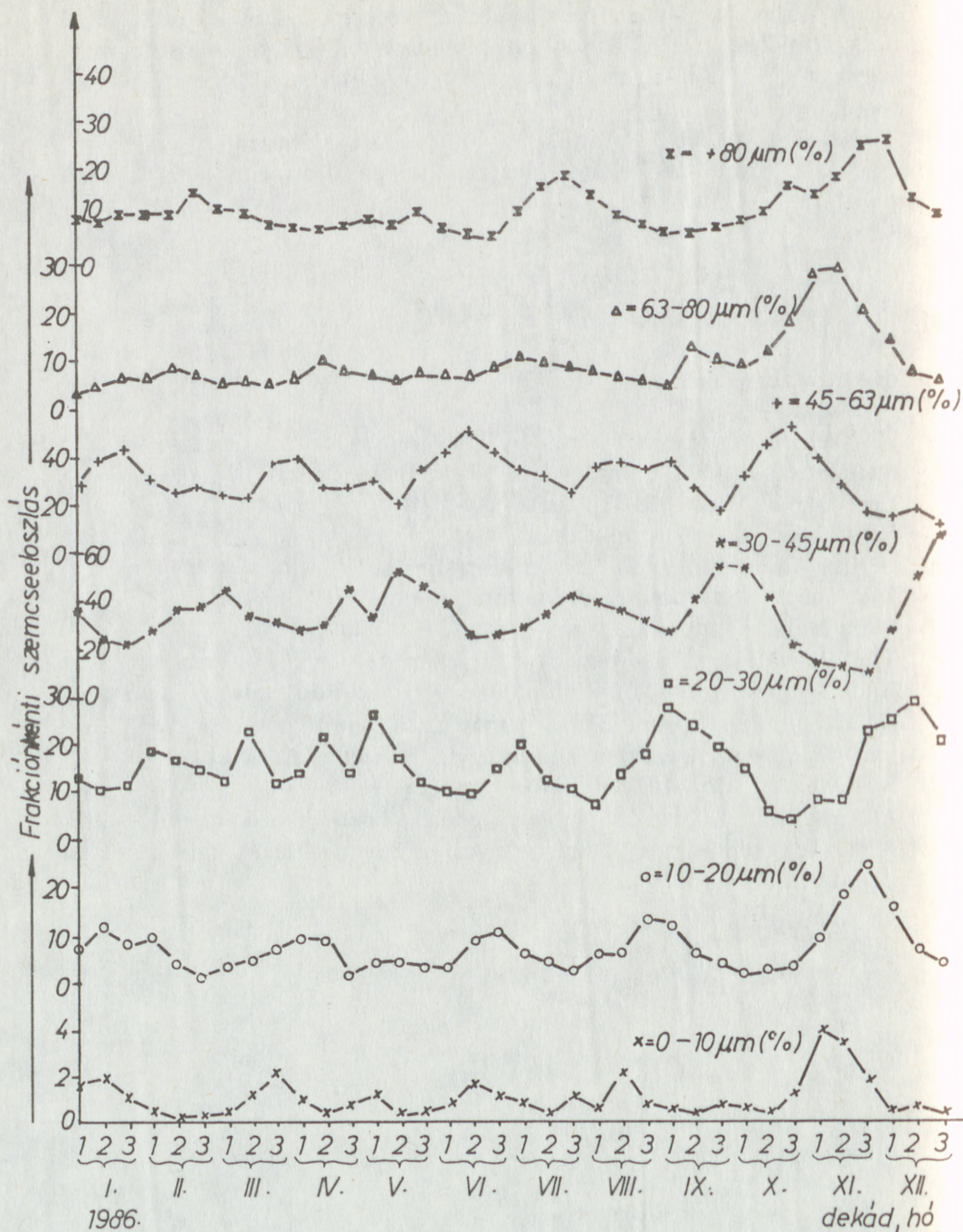
[¹] O. T.
ducin
Light
[²] US 4.
(Kais
[³] J. V.
Light
[⁴] Timf.
Ajka
[⁵] Hidrát
lome-
Részj
[⁶] Alute-
válto-
Jelen

– A túlzott mértékű gócképződés elkerülhető, ha kisebb túltelítettségű aluminátlúgban közel állandó oltófelülettel indítjuk a kikeverést úgy, hogy az egységnyi bevitt felületre eső túltelítettség $0,4 \text{ g/m}^2$ -nél nagyobb legyen.

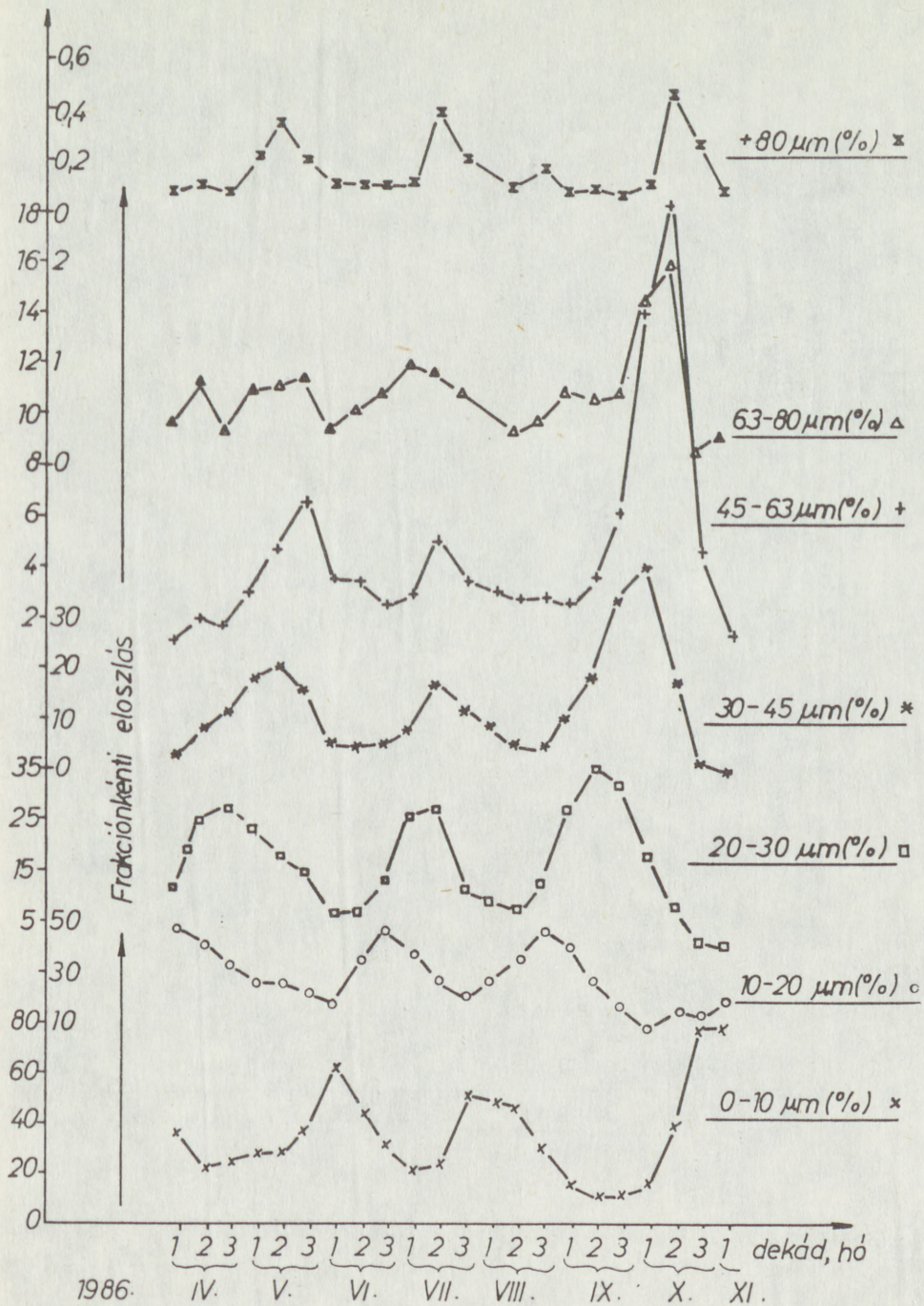
A vizsgálatokat tovább folytatjuk és újabb adatok, ismeretek gyűjtésével törekszünk a követelményeknek megfelelő kikeverési technológia kialakítására.

IRODALOMJEGYZÉK

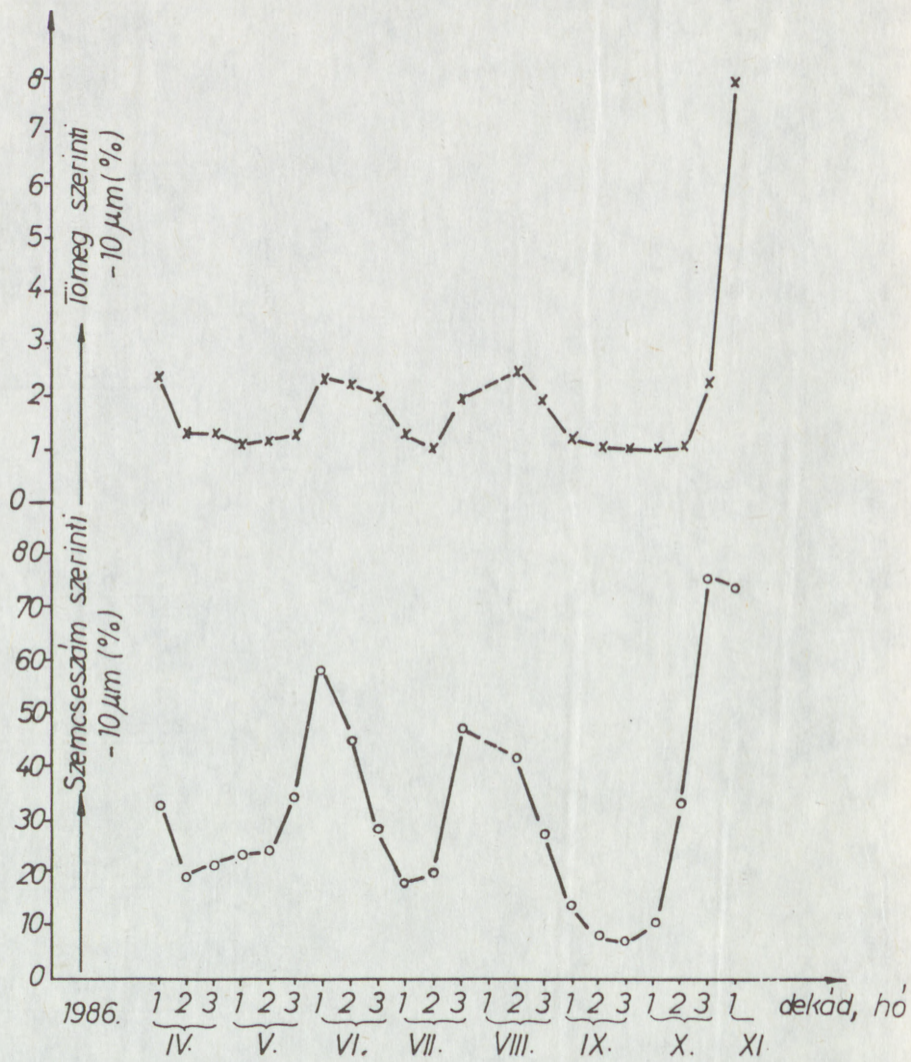
- [¹] O. Tschamper: Improvements by the New Alusuisse Process for Producing Coarse Aluminium Hydrate in the Bayer Process
Light Metals 1981. p. 103–105.
- [²] US 4511542 (1985) szabadalom
(Kaiser Aluminium and Chemical Corporation)
- [³] J. V. Sang: Continuous precipitation Simulation
Light Metals 1986.
- [⁴] Tímföldgyári képzetgyűjtemény
Ajakai Tímföldgyár és Alumíniumhó, Műszaki Főosztály, 1977.
- [⁵] Hidrát durvítási kísérletek az Almásfűzítői Tímföldgyárban – Az agglomeráció tanulmányozása laboratóriumi és üzemi kísérletekkel.
Részjelentés, Almásfűzítői Tímföldgyár, 1984.
- [⁶] Aluterv-FKI: Kikeverési folyamatokban bekövetkező granulometriás változások rendszeres ellenőrzése különböző vizsgálati módszerekkel.
Jelentés, Bp. 1986.



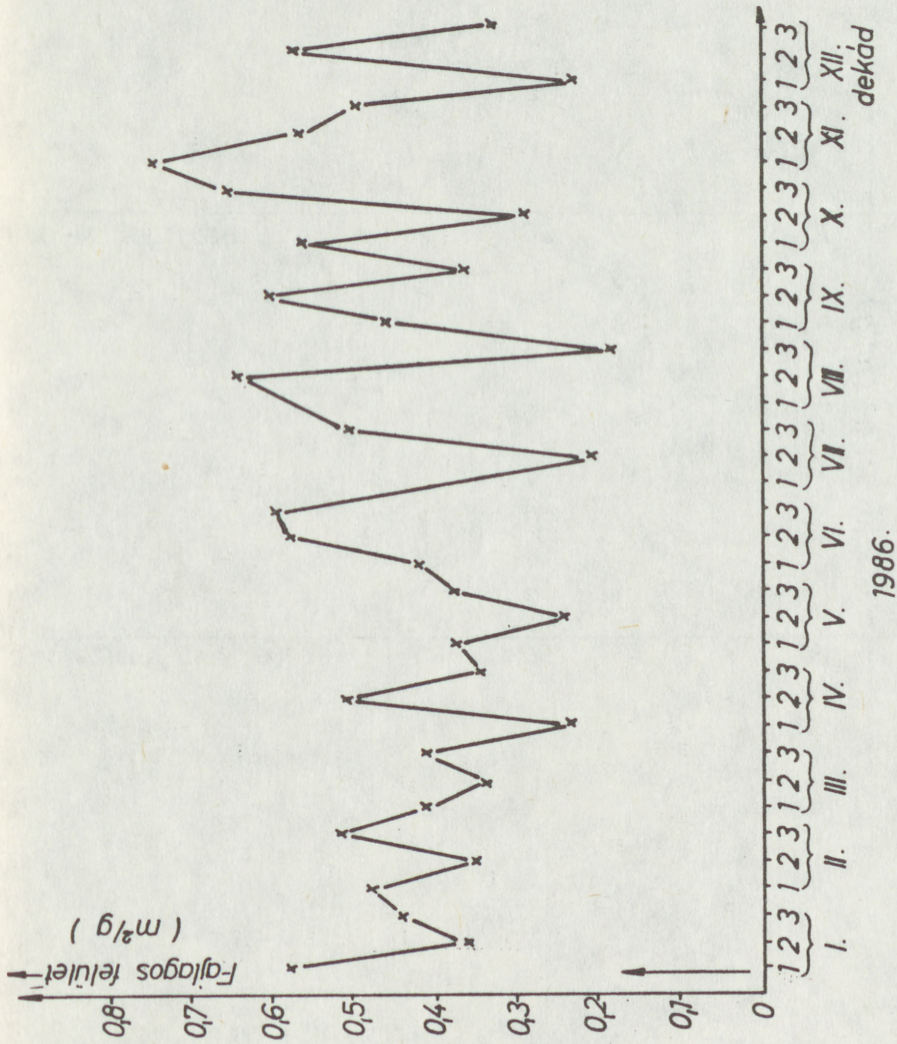
1. ábra: Az oltóhidrát tömeg-szerinti szemcseméret-eloszlása frakciónként, dekad-
 adatok alapján



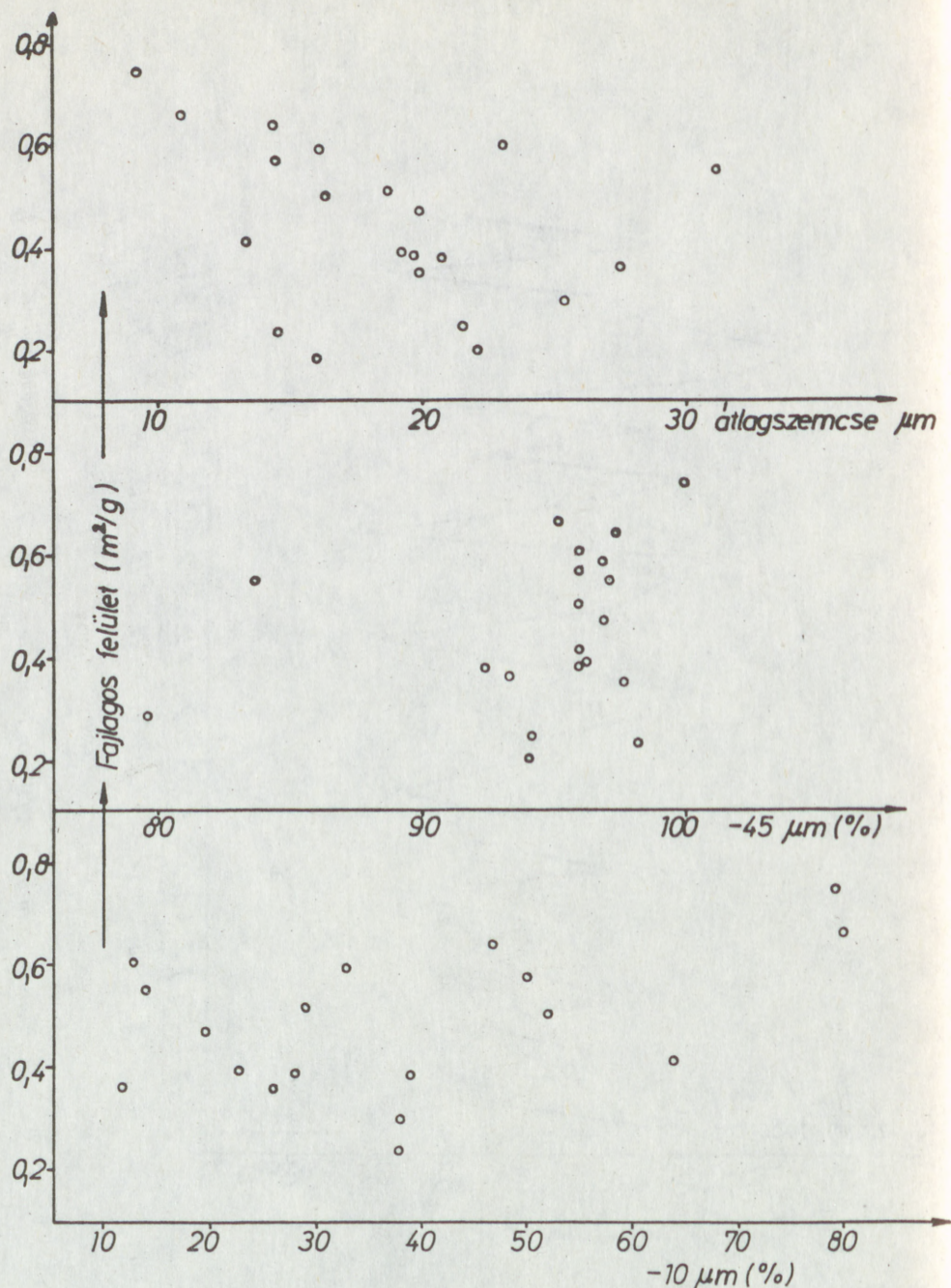
2. ábra: Az oltóhódrát szemcseméretének szám-szerinti eloszlása frakciónként, dekád-
adatokat alapján



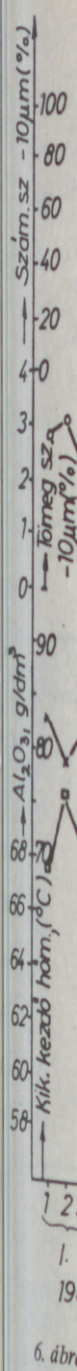
3. ábra: A - 10 μm -es frakció tömeg- és szemcseszám-szerinti eloszlása az oltóhidrát-ban



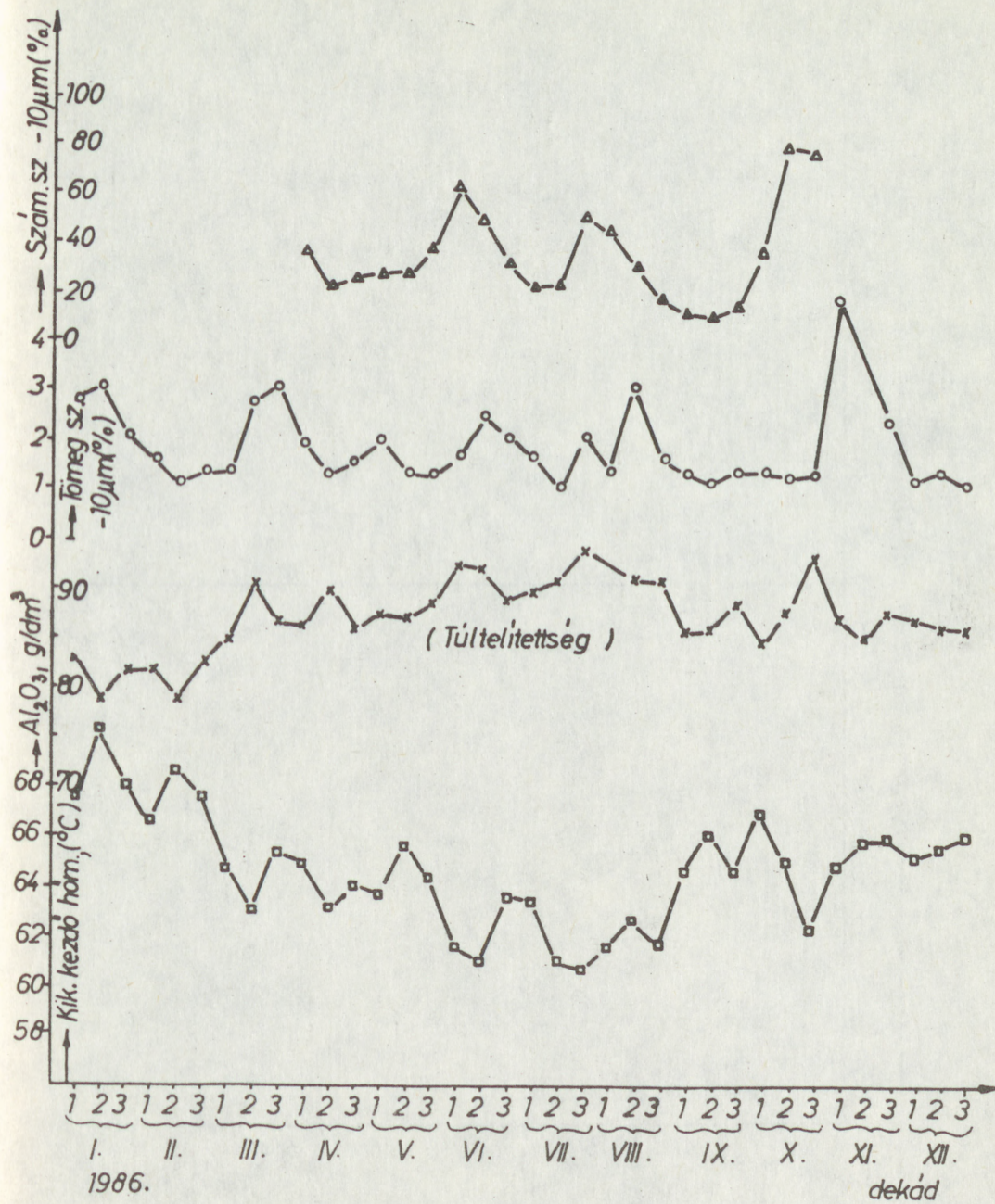
4. ábra: Az oltóhidrát fajlagos felületének változása az idő függvényében



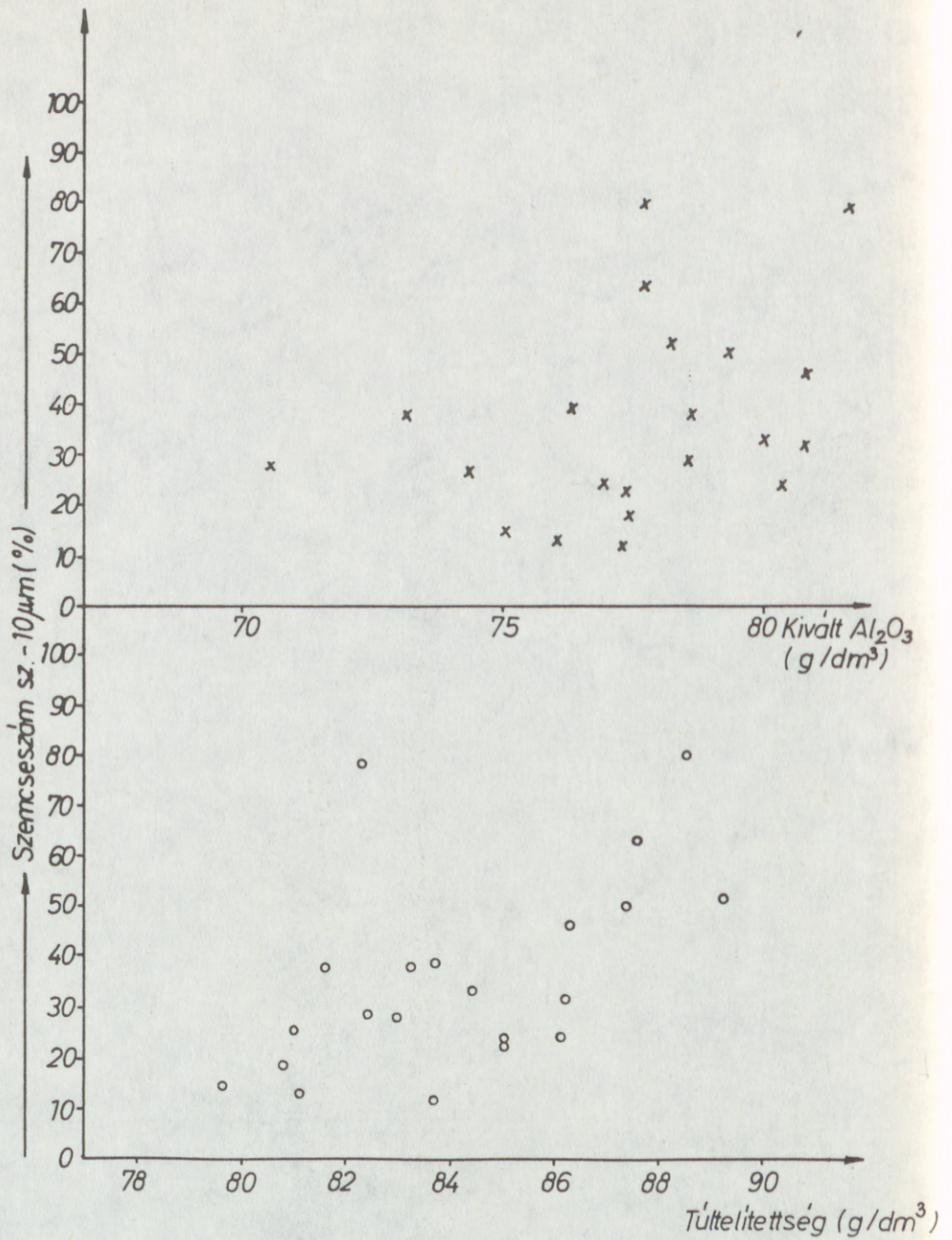
5. ábra: Az oltóhidrát fajlagos felületének alakulása a szám-szerinti szemcsejellemzők függvényében



6. ábra



6. ábra: A kikeverés hőmérsékletének, az aluminátlúg túltelítettségének és az oltóhidrát 10 µm alatti frakciójának változása dekádonként



7. ábra: Az oltóhidrában mért - 10 µm-es frakció változása a kivált Al₂O₃-tartalom és a tütelítettség függvényében

8. ábra: Tütelítettség (g/dm³) vs. Szemcseszám sz. -10µm (%)

Bevitel (g/dm³)

Tütelítettség (g/dm³)

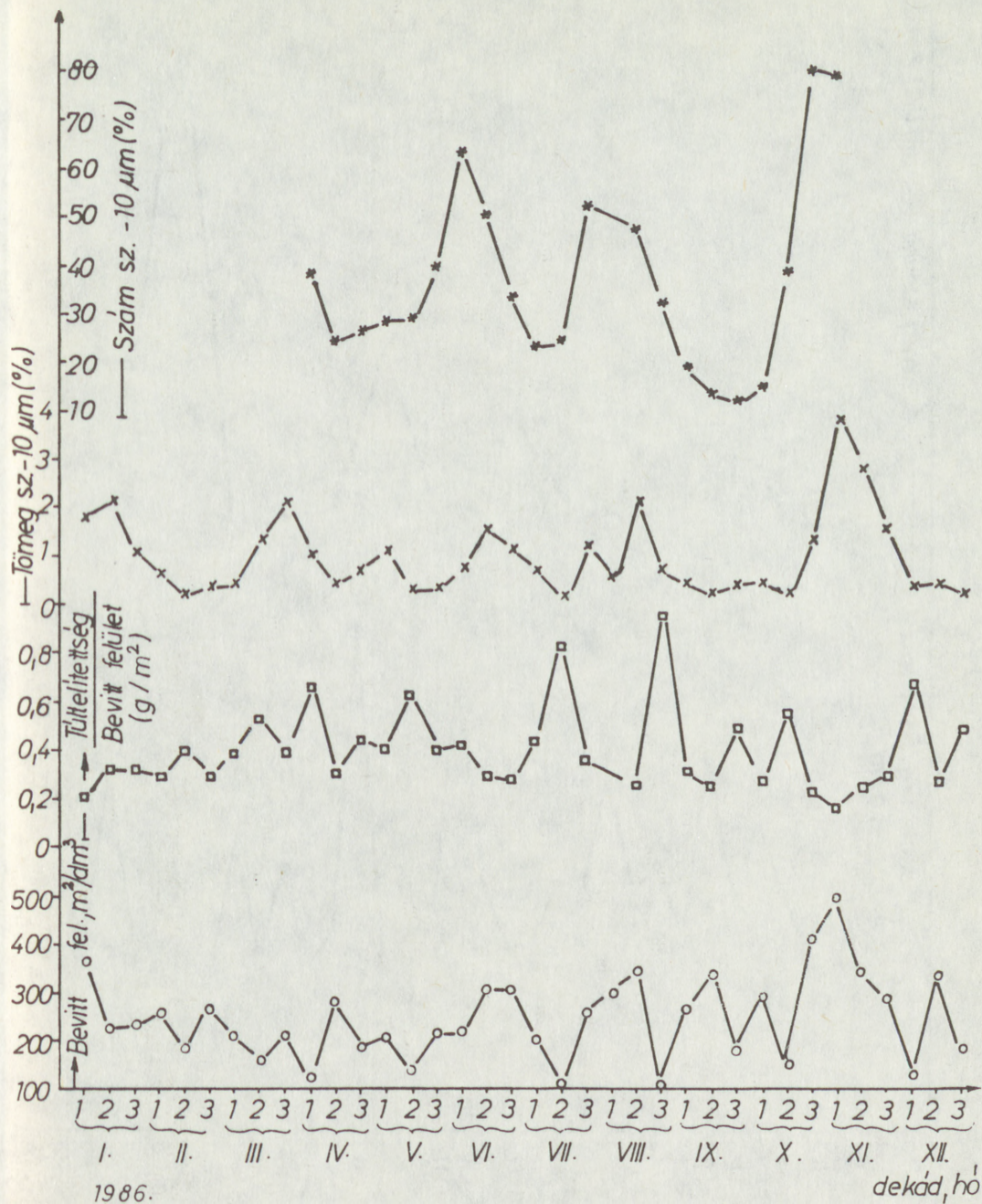
Revit felület

2

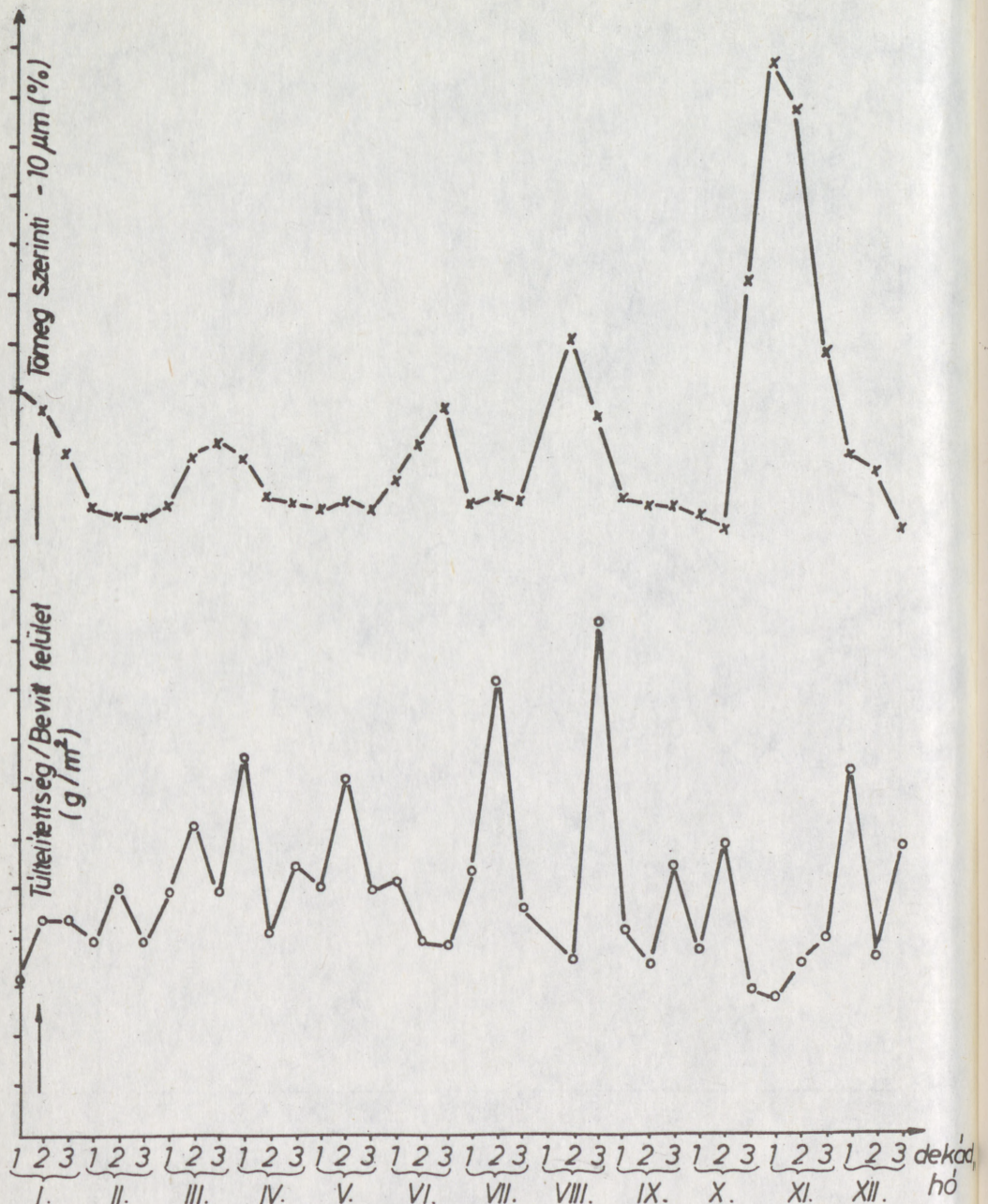
1

19

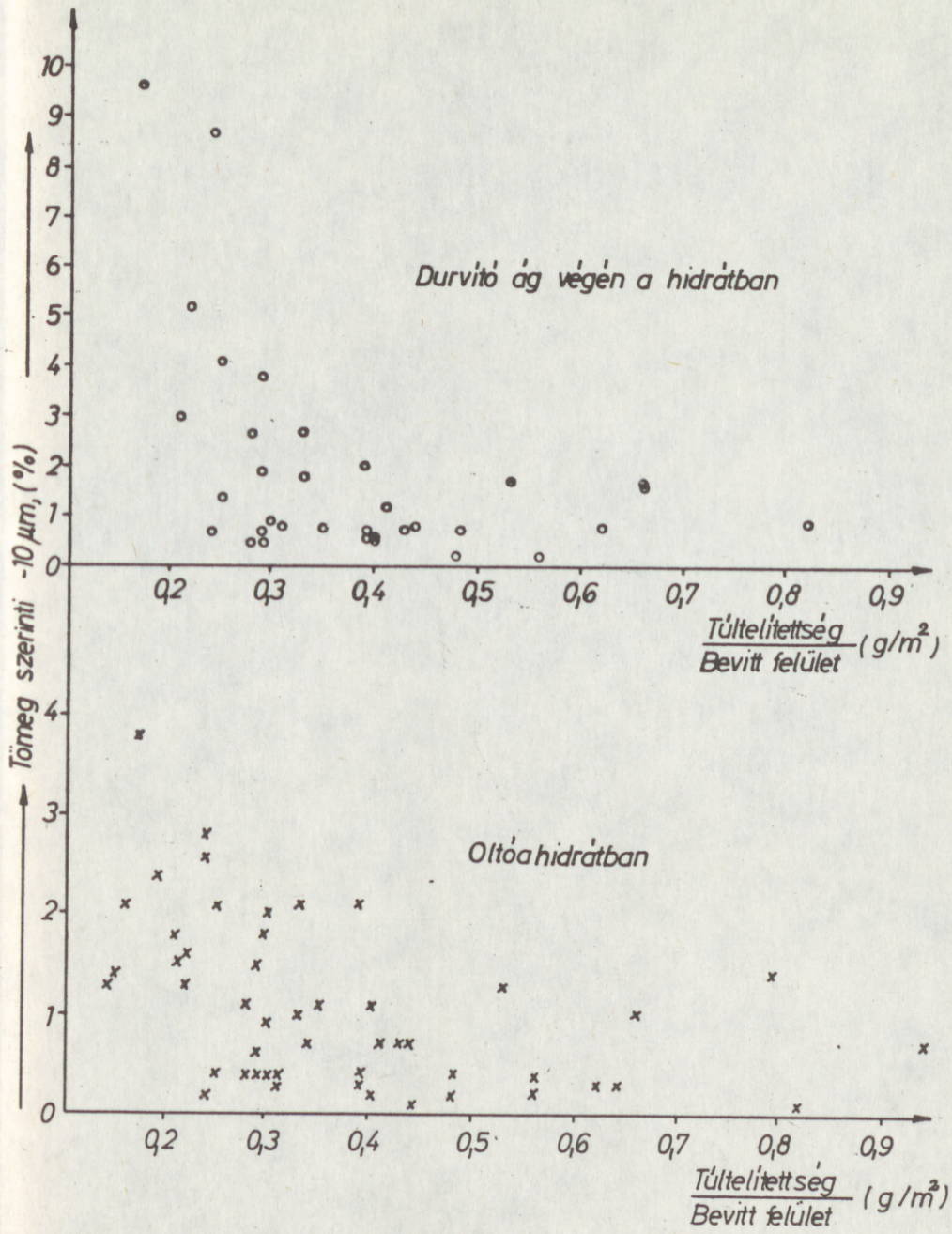
8. ábra



8. ábra: Az oltóhidrát és az alumínátlég néhány fontos jellemzőjének változása az idő függvényében



1986.
9. ábra: A durvító ág végéről származó hidrát finomfrakciójának és az oltóhidrát egységnyi felületére jutó tútelítettségnek változása az idő függvényében



10. ábra: Az oltóhidrátban és a durvító ág végi hidrátban mért $10 \mu\text{m}$ alatti hányad függése az egységnyi oltóhidrát felületre jutó tűtelítettségtől

. Bevezet

Az elektr
gyik legf
0,2-0,3%
ett korur

élú termé
Vállal

élú term
különböz
következ

- A szil
mérté
durva

el. A
szűrő
kimo

- A be
a hid
felha

az említe
űszűrő s
endő zag

rosóvíz o
lkalmazás

TÓTH ANDRÁS

KORUNDCÉLÚ TIMFÖLDHIDRÁT SZÜRÉSE SIKSZÜRÖN

1. Bevezetés

Az elektrokorund-gyártásban felhasznált tímfölddel szemben támasztott egyik legfontosabb minőségi követelmény, hogy az Na_2O -tartalma kicsi (0,2–0,3%) legyen. Ennek a követelmények egyrészt a Motim-ban kifejlesztett korundcélú tímföldhidrát előállítási technológiával, másrészt a korundcélú termékhidrát hatékony vizes mosásával tehetünk eleget.

Vállalatunknál 1981-ig vákuum dobszűrőket alkalmaztunk korundcélú termékhidrát kiszűrésére (1. ábra) E szűrőtípusok alkalmazása során különböző nehézségek fordultak elő, amelyek közül legjellegzetesebbek a következők:

- A szűrőteknőbe vezetett hidrázagyban – a keverés ellenére – bizonyos mértékű fajtázódás figyelhető meg, amelynek következményeként a durva hidrát a szűrőteknő alsó, a finom a felső részén helyezkedik el. Az először felszívott finom hidrátszemcsék részben lezárják az aktív szűrőfelületet, csökkentve ezzel a gép teljesítőképességét és a hidrát kimoshatóságát.
- A berendezés konstrukciója (dob-átmérő, fordulatszám, mosózóna) a hidrát megfelelő mértékű kimosását csak az indokoltnál nagyobb vízfelhasználással teszi lehetővé.

Az említett problémákat az 1981-es üzembe állított Dorr-Oliver gyártmányú síkszűrő szinte teljesen megszüntette. A síkszűrőnél lehetőség van a szürendő zagynak közvetlenül a szűrőgép felületén a feladására, valamint a mosóvíz optimális helyű bevitelére és a hatékonyabb több-lépcsős mosás alkalmazására.

2. Dorr-Oliver vákuum síkszűrőgép

A szűrőberendezés három fő részből áll:

1. Állványra szerelt szűrőtálca.
2. Kihordó csiga.
3. Mosó-berendezések.

2.1 Szűrőtálca

A szűrőtálca hegesztett kivitelű, kónuszos fenékkal, külső és belső oldalpalásstal rendelkezik. Átmérője 3500 mm, szűrőfelülete 8 m^2 . A tálca 18 db cellára van osztva, melyeknek a legmélyebb pontjához csatlakoznak a szűrletelvezető csövek. A cellák felül furatos lemezekkel vannak lezárva. Erre helyezzük el a polipropilénből készült alátétet és a szűrőszövetet. A szűrőszövetet a szektorok között kialakított hornyokban fonott szerkezetű polipropilén zsinór segítségével szorítjuk le.

A szűrőtálca alatt helyezkedik el a műanyagból készült vezérlőlap (2. ábra). Az álló és forgó vezérlőlapot rúgó nyomja össze. Az állványzatra szerelt szűrőtálca homlok fogazással ellátott golyóscsapágyon nyugszik.

A szűrőtálca folyamatosan szabályozható olajnyomású hajtóművel, fogaskerék-áttétel segítségével forgatható. A szűrőtálca fordulatszáma fokozatmentesen szabályozható a termeléstől függően 0–1,2 között. A beépített elektromotor teljesítménye 3 kW, a fordulatszám 1500 min^{-1} . A szűrőállványon helyeztük el a központi zsírzó berendezést. A 0,18 kW teljesítményű motorra szerelt kenőszivattyú folyamatosan biztosítja a zsír továbbítását az előírt kenőhelyekre.

2.2 Kihordó csiga

A szűrőlepenyt hárombekezdésű csiga hordja ki, amely a kiszűrt hidrátot a tálca pereméig szállítja és kidobja. A csapágybakra szerelt csigát túlterhelés-gátlóval ellátott hajtómű hajtja meg. A csiga hajtásához beépített karimás elektromotor teljesítménye 3 kW, fordulatszáma $1500/\text{min}^{-1}$. A csiga fordulatszáma $70/\text{min}^{-1}$. A csigát a szűrővásznon sérülésének elkerülése miatt úgy kell elhelyezni, hogy a csiga szárnya és a szűrővásznon között legalább 3 mm távolság legyen.

2.3 Mosóberendezés

A szűrt hidrát kimosására szolgáló gép – a géptől függetlenül – lábakon álló mosócső-tartóból, 3 db tisztavizes szóróból, 2 db permetvizes szóróból és egy gumiból készült elzáró elemből (gátból) áll. A gátnak az a feladata, hogy a betáplált zagy átfolyását a kihordó csigához megakadályozza.

2.4 A szűrőgép üzemeltetése

A vákuum síkszűrő elvi kapcsolási vázlatát a 3. ábra szemlélteti. A zagyot speciális alakú betápláló fejen keresztül adjuk be úgy, hogy a zagnak egyenletes ráfolyása a szűrőfelületre biztosított legyen. A betáplálás helyén a szűrővásznon alá 0,1–0,3 bar nyomású levegő-aláfúvást biztosítunk, amelynek következtében az előző szűrési ciklusban a szűrővásznon maradó hidrátaréteg fellazul, és keveredik a betáplált zaggal. A betáplált zagyban lévő folyadékfázis leszívása utáni ellenáramú 2-lépcsős mosás, majd a hidrát tapadó nedvességének csökkentésére szárítás következik. Ez után a kiszűrt és kimosott hidrát a kihordó csiga alá jut, amely a szűrőtálca oldalfala között átemelve szállító szalagra juttatja a termékhidrátot. A szűrőgéphez 3 db szűrletgyűjtő tartály építettek be, amelyek az üzemi vákuumvezetékhez csatlakoznak. A szűrőrendszer egységei között elektromos reteszeléssel alakítottunk ki, amely a biztonságos üzemelést biztosítja.

3. Mérések síkszűrőn

3.1 2-lépcsős szűrés

A mérések célja, hogy megállapítsuk azokat az üzemeltetési paramétereket, amelyeknél a síkszűrő a leggazdaságosabban üzemeltethető. A kísérleteket két technológiai kapcsolásban végeztük el.

Az első mérési sorozatban az Imperiál-típusú vákuum dobszűrőn előszűrt, szűrtvízzel zagyolt tím földhidrátot szűrtünk a síkszűrőn (4. ábra). A második sorozatban az osztályozott hidrát-zagyot előszűrés nélkül szűrtük a berendezésen (5. ábra). A kísérlet során mértük a síkszűrőn betáplált hidrát-zagy térfogatáramát, szárazanyag-tartalmát, és a betáplált zagy Na_2O -tartalmát.

A síkszűrő tényérja változtatható fordulatszámú. A fordulatszámot úgy választottuk meg, hogy szűrőréteg vastagsága 4–6 cm legyen, mert ennél a vastagságnál a legkisebb a vákuumvesztés.

Mértük a szűrőgépen kialakult réteg vastagságát, a lazító zónába kerülő levegő nyomását, és a két szedőedényben kialakult vákuum nagyságát. Mindegyik mérési sorozatban azonos nagyságú és fokozatosan növekvő betáplálásokat állítunk be mágneses mennyiségmérő segítségével. A kiszürendő hidrátot 80–85°C hőmérsékletű vízzel mostuk. A mosóvíz mennyiségét vízórával mértük. A szükséges mosóvíz mennyiségét a termékként kapott tím földhidrát oldható Na_2O -tartalmának ismeretében állítottuk be. A korundcélú tím földgyártási technológia a kiszűrt hidrát oldható Na_2O -tartalmára maximum 0,01%-ot ír elő (a nedves hidrát tömegére számolva).

Mintát szedtünk a mosóvízből ellenáramú mosás során keletkező permetvízből és a leszívott permetvízből az előmosás után keletkező szűrtvíz Na_2O -tartalmának megállapítására. Az egyes kísérletekben a síkszűrő leszívó, előmosó és szárító zónáin kialakuló hidráttrétegből átlagmintákat vettünk. Ezáltal a hidrátok oldható Na_2O - és tapadó nedvességtartalmainak ismeretében a kiszűrés folyamatát nyomon követhettük. A mérési eredményeket az 1. táblázat tartalmazza. A mérési eredmények ismeretében kiszámoltuk az egyes kísérletekben a fajlagos vízfelhasználást (1. táblázat). Azonos termelési szintet feltételezve összehasonlítjuk a felhasznált mosóvíz, a szűrőgépek üzemeltetéséhez szükséges villamos energia nagyságát a két technológia esetén.

Előszűréses szűrés esetén felhasznált villamos energia

– Beépített villamos motorok teljesítménye:			
Előszűrőgép	keverő motor		7,5 kW
	dob-motor		7,5 kW
Zagyoló tartály:	keverő motor:		7,5 kW
	szivattyú m.:		22 kW
Vízgyűrűs szivattyú-motor			132 kW
Síkszűrő:	tálca-meghajtó m:		3 kW
	hidró-csiga motor:		3 kW
	zsírzó motor:		0,18 kW
	I. szivartartály-szivattyú:		7,5 kW
	II. szivartartály-szivattyú		5,5 kW

Leterheltség: ~ 80%

Összesen: 193,68 kW

– Felvett villamos teljesítmény:

$$193,68 \cdot 0,8 = 154 \text{ kW}$$

Előszűrés nélküli direkt szűrés esetén felhasznált villamos energia

– beépített villamos motorok teljesítménye			
Síkszűrő:	tálca-meghajtó motor:		3 kW
	kihordó csiga		3 kW
	zsírzó-motor		0,18 kW
	I. szivartartály sziv.:		7,5 kW
	II. szivartartály sziv.:		5,5 kW

Összesen: 20,8 kW

Leterheltség 80%

Villamos motorok tényleges teljesítménye:

$$20,8 \times 0,8 = 16,64 \text{ kW}$$

4. A két szűrési technológia összehasonlítása

A szűréshez felhasznált mosóvíz mennyisége kisebb a 2-lépcsős szűrési technológiában, mint a direkt szűréskor. A többlet-mosóvíz azonban nem okoz bepárlási többlet-költséget, mivel a szűrtvizet a Motim-ban nem bepárlásra visszük, hanem koncentrációjának megfelelő helyen a vörösiszap mosására használjuk fel. Az eredmény alapján a Dorr-Oliver gyártmányú síkszűrő berendezésen a villamos energia-felhasználás szempontjából kedvezőbb direkt-szűrési technológiára tértünk rá.

A két szűrési technológia között a villamos teljesítmény-különbséget tovább növelte, hogy az Imperiál-típusú vákuum dobszűrőgép kiiktatásával a szükséges vákuum kisebb lehet, és ezért egyik vízgyűrűs szivattyút leállíthattuk. A vákuum-vesztés minimális értékek biztosítására a síkszűrőn 4–6 cm vastagságú hidrátréteg tartása szükséges.

5. Összefoglalás

A Dorr-Oliver gyártmányú síkszűrő ideális termékszűrő berendezés.

Előnye:

- Kis mosóvíz-felhasználás, $0,6-0,8 \frac{\text{m}^3 \text{ víz}}{\text{t tíföld}}$
- Az elfinomodott termékhidrát szűrhetőségét biztosítja.
- Garantált minőségű termékhidrát szűrését biztosítja.
- Nagy termelékenység $\frac{0,6-1 \text{ t tíföld}}{\text{m}^2 \text{ h}}$
- Egyenletes üzemvitel.
- Kis kezelési igény.
- Kis karbantartási igény.

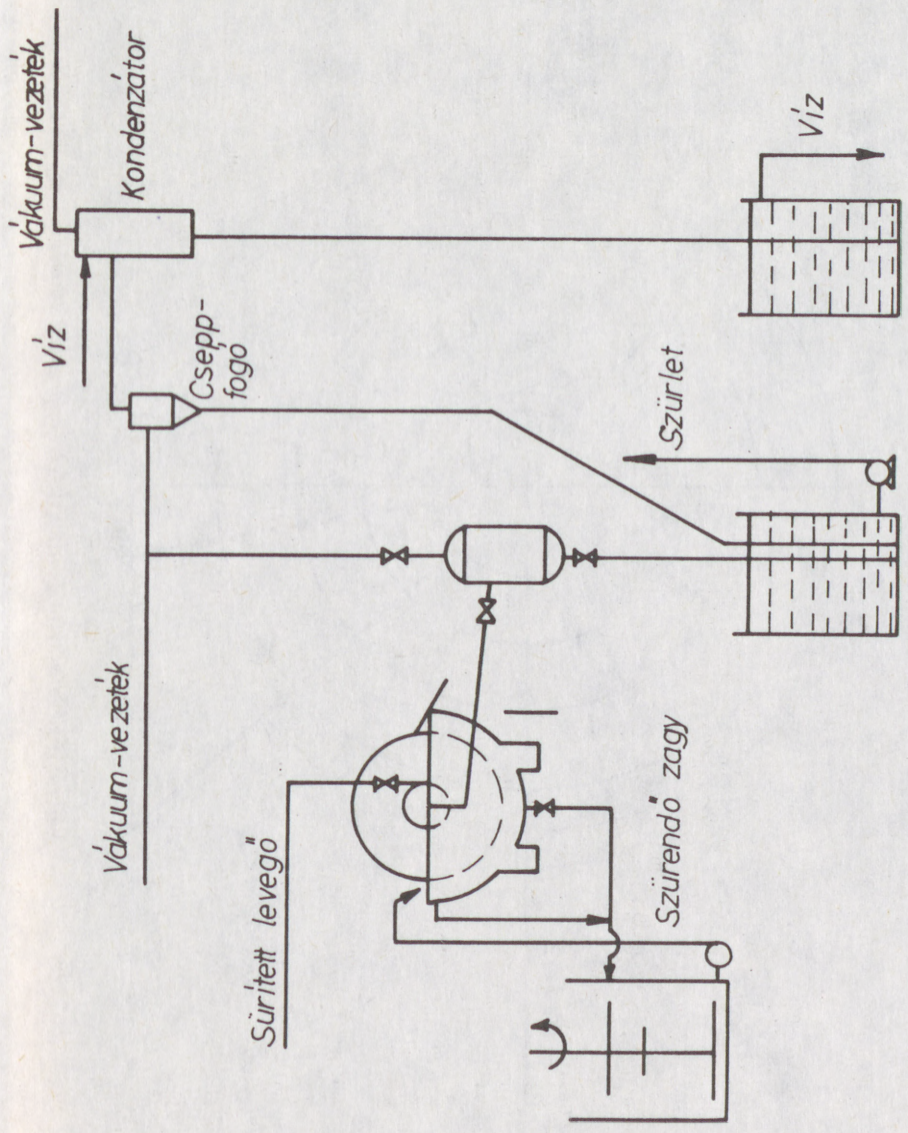
Hátránya:

- Csak nyugati importból szerezhető be.
- Viszonylag nagy helyigényű.

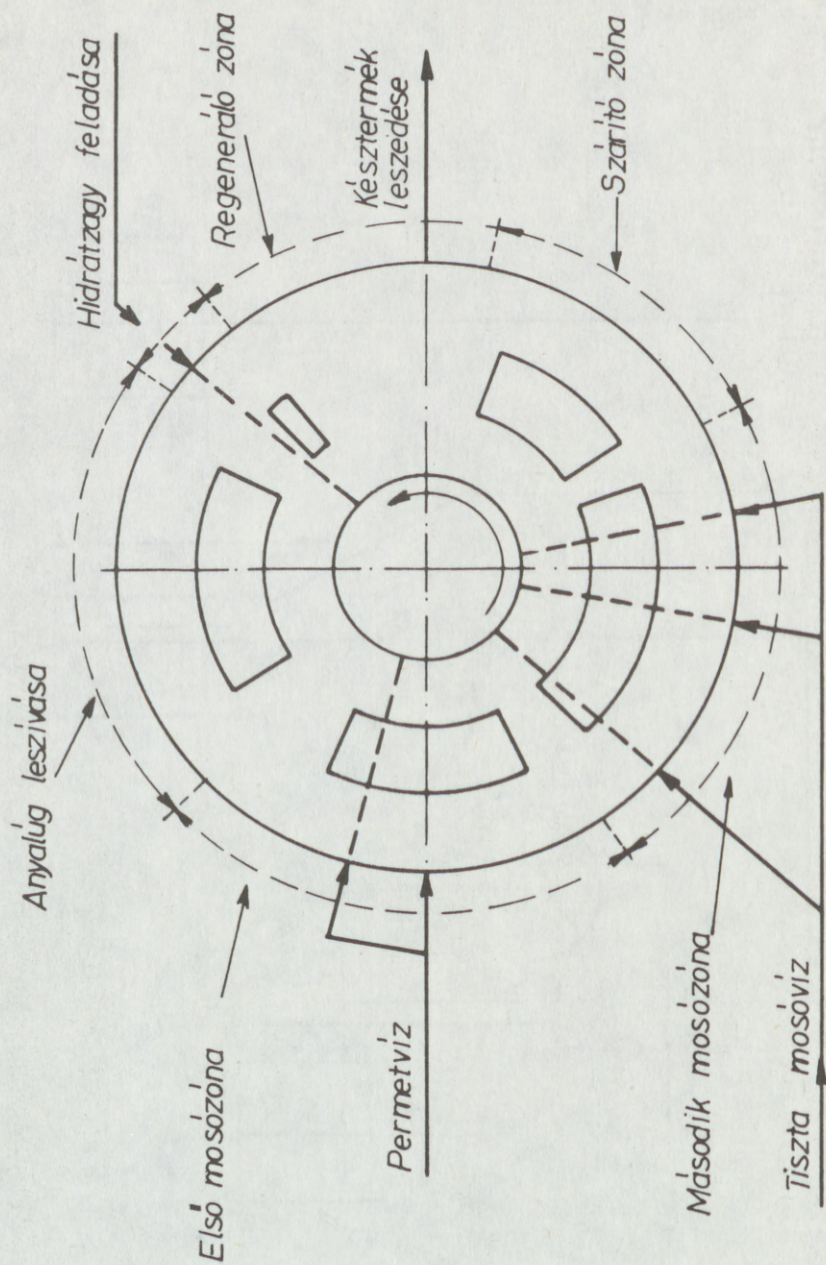
Mérési sorozat jele	Betáplálás m^3/h	Betáplálási hidr.-tart. kg/m^3	Betápl. foly. fázis sz. Na_2O	Tányér ford. min^{-1}	Lazító levegő nyom.	Vákuum II. bar	Mosóvíz mennyisége m^3/h	Szűrővíz koncentráció sz. Na_2O g/l
I. sorozat 1/1	7,5	451	31,0	0,34	0,28	-0,64	1,413	28,0
I. sorozat 1/2	10,0	354	32,5	0,34	0,27	-0,74	1,362	28,7
I. sorozat 1/3	12,0	524	34,0	0,34	0,28	-0,72	2,340	29,7
II. sorozat II/1	7,5	503,8	131,0	0,36	0,28	-0,52	2,097	60,1
II. sorozat II/2	10,0	457,5	129,0	0,36	0,27	-0,66	2,515	75,6
II. sorozat II/3	12,0	457,0	132,0	0,36	0,28	-0,66	2,685	78,8

Permetvíz konc. sz. Na_2O g/l	1. hidrát		2. hidrát		Réteg vastagság		Vízfajlagos víztímf.
	oldh. Na_2O %	tap. nedv. %	oldh. Na_2O %	tap. nedv. %	mm	mm	
7,56	0,42	10,7	0,07	9,91	0,005	10,48	0,63
8,7	0,42	13,42	0,079	10,58	0,003	8,8	0,6
9,8	0,34	12,8	0,059	10,9	0,005	9,8	0,57
7,56	2,02	14,45	0,4	10,46	0,002	8,62	0,85
11,7	2,25	15,32	0,06	10,62	0,002	8,63	0,81
13,2	2,82	18,8	0,02	12,4	0,003	9,11	0,75

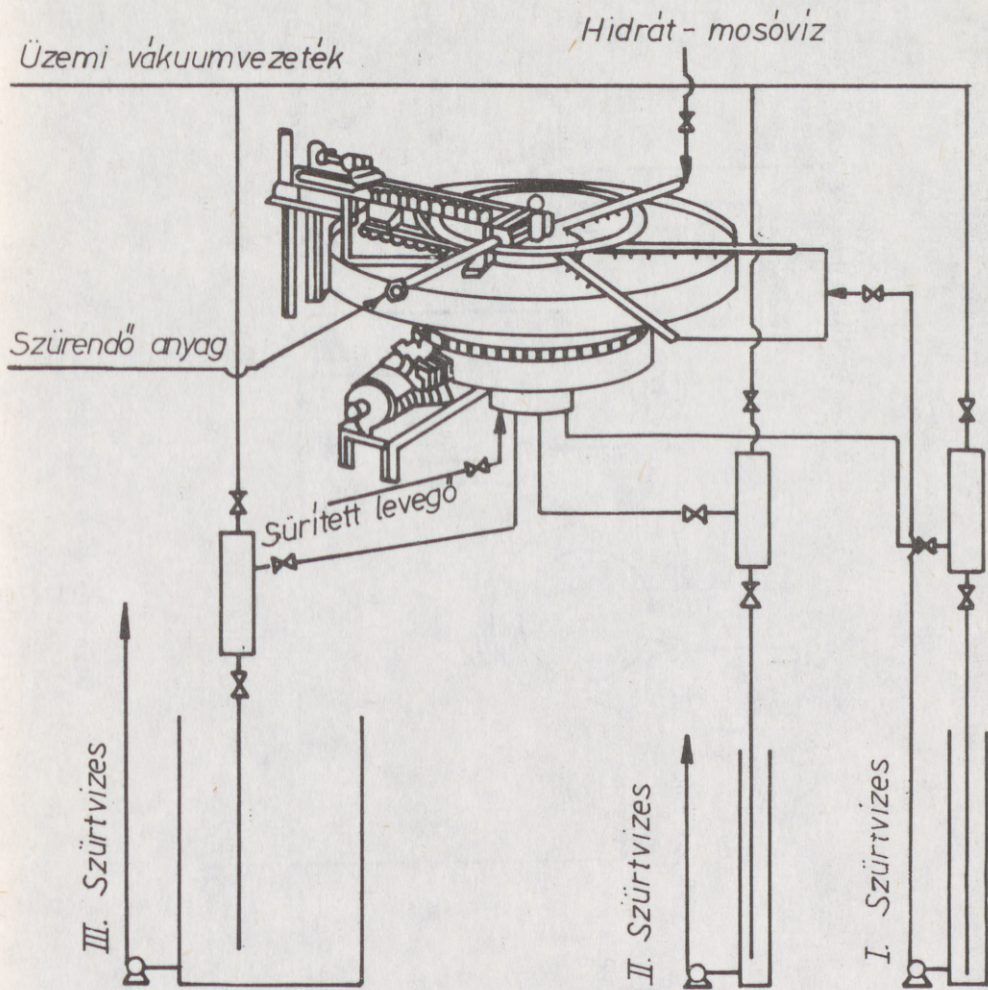
11,7	13,2	2,82	18,8	0,02	12,4	0,003	9,11	50	0,75
13,52	15,06	10,62	0,002	8,63	45	0,81			
11,7	13,2	2,82	18,8	0,02	12,4	0,003	9,11	50	0,75



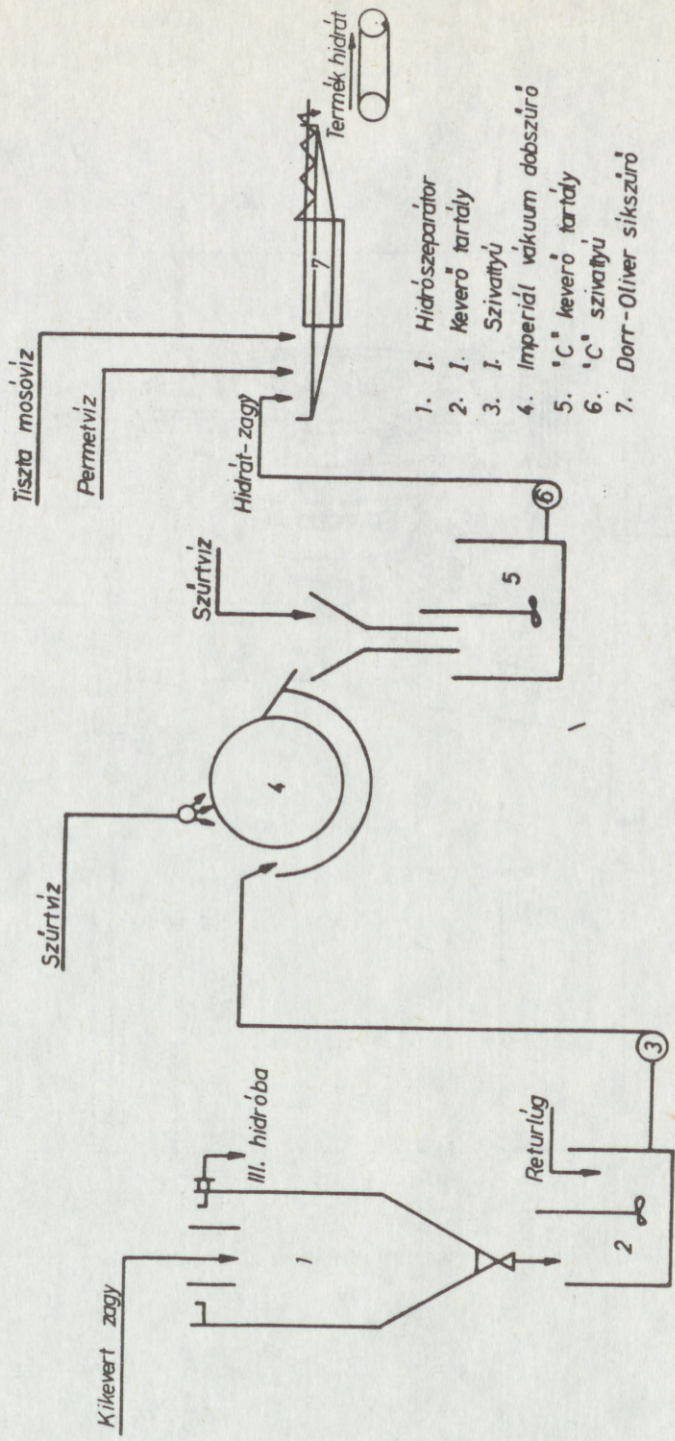
1. ábra: Dobszűrő elvi kapcsolási vázlat



2. ábra: A síkszűrő zónabeosztása (elvi kapcsolási vázlat)

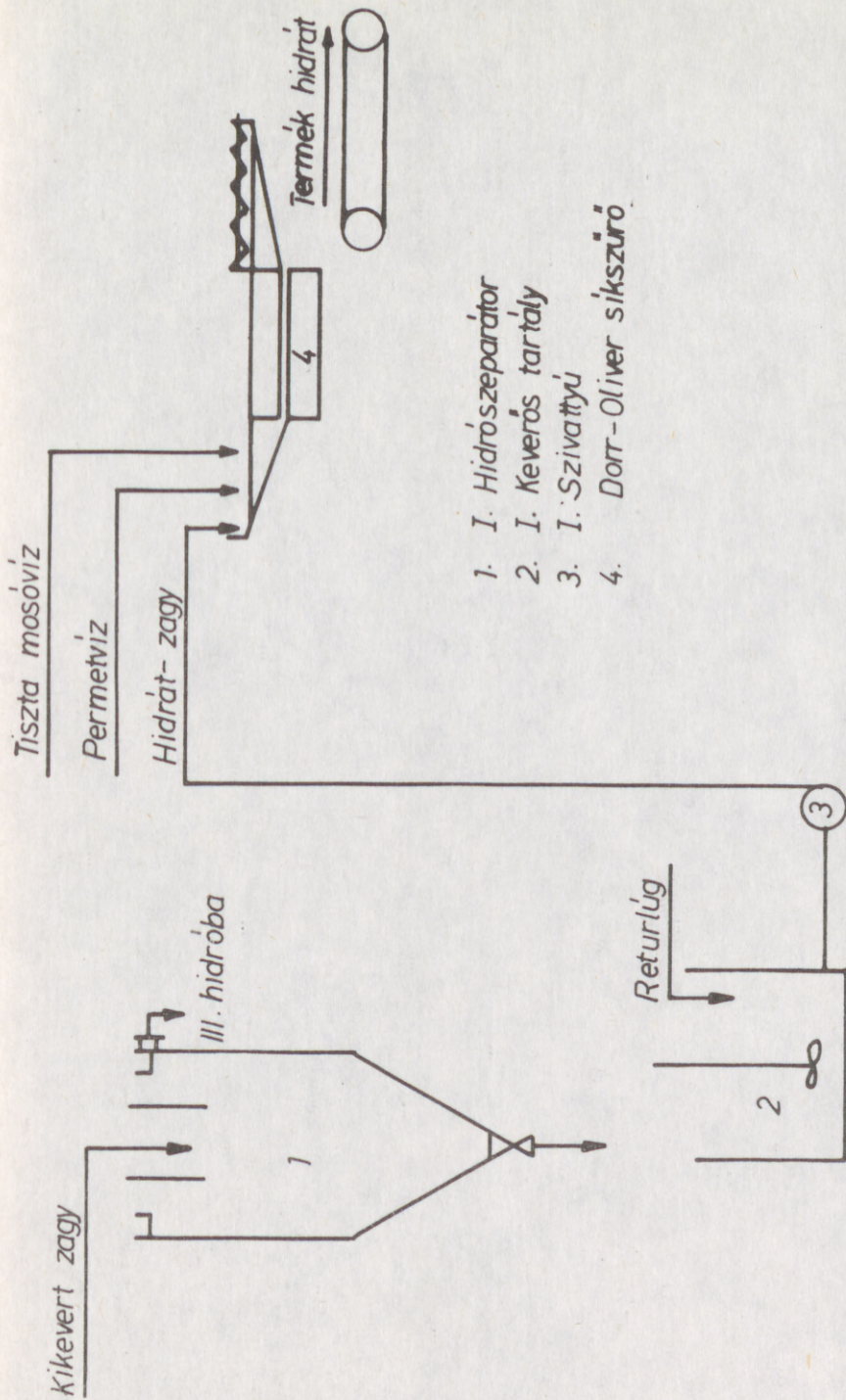


3 ábra: Vákuum-síkszűrő elvi kapcsolási vázlata



1. Hidr-ószeparátor
2. I. Kever-ő tartály
3. I. Szivattyú
4. Imperidál vákuum dabszűr-ő
5. "C" kever-ő tartály
6. "C" szivattyú
7. Dorr-Oliver síkszűr-ő

4. ábrq: El-őszűr-éses kiszűr-és ebi kapcsolási vázlata



1. I. Hidroszeparátor
2. I. Keverős tartály
3. I. Szivattyú
4. Dorr-Oliver síkszűrő

5. ábra: Direkt kiszűrés elvi kapcsolási vázolata

VALLÓ F

MIKI

A magyar
években t
rült. Enn
mányos a

A kedv
hogy új,
elő. Ezek
speciális
állításával

A tímf
már néhá
ésekor a

A tímf
pontból e
is a külfö
mányra ő
elentős m
hidrátot é

A mikro

A szára
artályaba
asztjuk sz

égsugárm

A malon

A légsu

VALLÓ FERENC – SZABÓ BÁLINT – GÖGH FERENC

MIKRONIZÁLT TÍMFÖLDHIDRÁT-TERMÉKEK ELŐÁLLITÁSA

A magyar alumíniumipar, a világ alumíniumiparához hasonlóan, az utóbbi években bekövetkezett világgpiaci változások miatt kedvezőtlen helyzetbe került. Ennek oka egyrészt az energia erőteljes drágulása, másrészt a hagyományos alumíniumipari termékek iránti kereslet csökkenése.

A kedvezőtlen hatásokat az alumíniumipar igyekszik ellensúlyozni azzal, hogy új, speciális tulajdonságokkal bíró alumíniumipari termékeket állít elő. Ezekre a termékekre nagy kereslet van, és jó áron értékesíthetők. Ilyen speciális termékek technológiai fejlesztéssel és új technológiák termelésbe állításával állíthatók elő.

A tímföldgyártási technológiánk közbenső termékét, a tímföldhidrátot, már néhány éve forgalmazzuk száraz állapotban. A tímföldhidrát értékesítésekor a kalcinálás energiaigénye nem merül fel.

A tímföldhidrátnek a továbbfeldolozása vállalati és népgazdasági szempontból egyaránt előnyös. Felméréseink szerint az utóbbi években a hazai és a külföldi piacon is megnőtt a mikrométer nagyságrendű szemcsetartományra őrölt, osztályozott termékek iránti kereslet. A hazai ipar jelenleg is jelentős mennyiségű – tökéletes importból beszerzett – mikronizált tímföldhidrátot és tímföldet használ fel.

A mikronizált tímföldhidrát alapanyaga a szárított tímföldhidrát.

A száraz hidrátot pneumatikus úton a hidrátszárítóból a malom adagoló tartályába szállítjuk (1. ábra). A levegőt és a hidrátot porleválasztóban választjuk szét. Az adagoló tartály alól vibrációs adagoló adagolja a hidrátot a légsugármalom anyagfeladó tölcseireibe (2. ábra).

A malomba (9) adagolótölcseren keresztül jut az anyag (3. ábra).

A légsugár malom 15–20 bar nyomású levegővel működik. A hidrátot

nagysebességű levegőáramban egymásnak ütköztetjük. Először 3–3 tölcserből ill. fúvókából egy-egy előőrle kamrában találkozik a nagy sebességgel áramló anyag, és ekkor elkezdődik az őrlés. A két oldalsó anyagbeadó hely az előőrle kamrában excentrikusan helyezkedik el, és ezúttal örvényt hoz létre. Ennek az örvénynek a síkjára merőlegesen helyezkedik el a harmadik, a belső fúvóka, amely az örvény magjában keringő szemcséket friss anyaggal bombázza, és a teljes előörölt anyagot belövi a fő őrlőtérbe.

A három előőrlekamra anyaga a főőrlekamrában találkozik, és egymásnak ütközve az őrlés tovább folytatódik. Az őrlést belső fúvókákkal fokozzuk. Az őrlés mértékét az egyes fúvókákon ill. fúvókacsoportokon beállított nyomásokkal, a főőrletér, fúvókáinak, és a lapátkoszorú lapátszögeinek az állításával szabályozhatjuk. A megőrölt anyag a malomból az őrlőlevegő maradék energiájának segítségével távozik az osztályozósorra (4. ábra).

Az osztályozók feladata a légsugár malomból kiáramló örölt anyag osztályozása két-két frakcióra, a beállított technológiai paraméterek szerint. A berendezésbe tangenciálisan beáramló levegőből a kívánt méretnél nagyobb szemcsék leválasztását a belső térben koncentrikusan elhelyezkedő két állítható lapátkoszorú valósítja meg. A lapátok szöge egy-egy forgatható bronzgyűrű és csapos forgatókarok segítségével állítható. A lapátszögek határozzák meg az osztályozó elválasztási határát. Az osztályozóból a finom anyagot vesszük el termékként, a durva rész továbbosztályozásra kerül. Az osztályozást 3 fokozatban végezzük, ezáltal különböző szemcseméretű anyagokat kapunk a vevők igényei szerint (1. ábra).

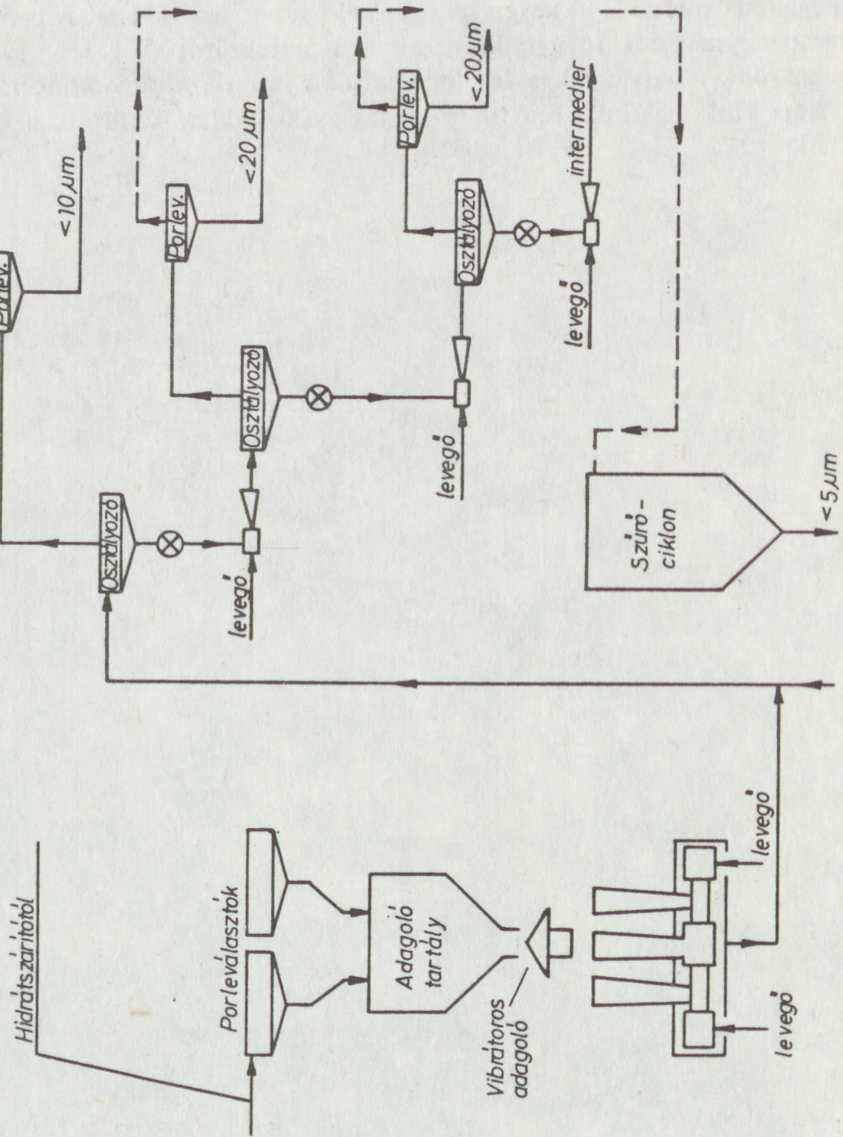
A levegőárammal távozó terméket porleválasztóban választjuk ki a levegőből. A porleválasztó felépítése az osztályozókéhoz hasonló, szintén két lapátkoszorú választja le az anyagot, a lapátszögek azonban nem állíthatók. A porleválasztóból távozó levegőt a finom por kinyerése és a környezet kímélése miatt zsákos porleválasztóban megszűrjük. Ekkor kapjuk a legfinomabb terméket. A rendszer működtetéséhez szükséges nagynyomású levegőt egy 100 m³/h, 20 bar nyomású levegőt termelő Atlas Copco kompresszorral állítjuk elő, és három különböző nyomásfokozaton használjuk fel. A rendszerrel jelenleg 400 kg hidrátot őrlünk óránként (5. ábra). A 10 μm alatti termék szemcseeloszlása látható az ábrán, a görbe közel függőleges szakasza a szemcseleválasztás élességét mutatja. A termék szemcseösszetételét MIKROMERITICS szedimentométerrel elemezzük.

Most áll kifejlesztés alatt a mikronizálási technológia másik alkalmazási lehetősége, amit „színes sornak” nevezünk. A színes soron olyan anyagot termelünk, amely a rozsdagátló festék egyik alapanyaga. Ennek a terméknek a segítségével az ólomminium helyettesíthető, tehát importkiváltó.

A színes termék két alkotórészből áll. Az egyik a 10 μm szemcseméret alatti mikronizált tñmföldhidrát, a másik mangánérc, bauxit és sziderit keve-

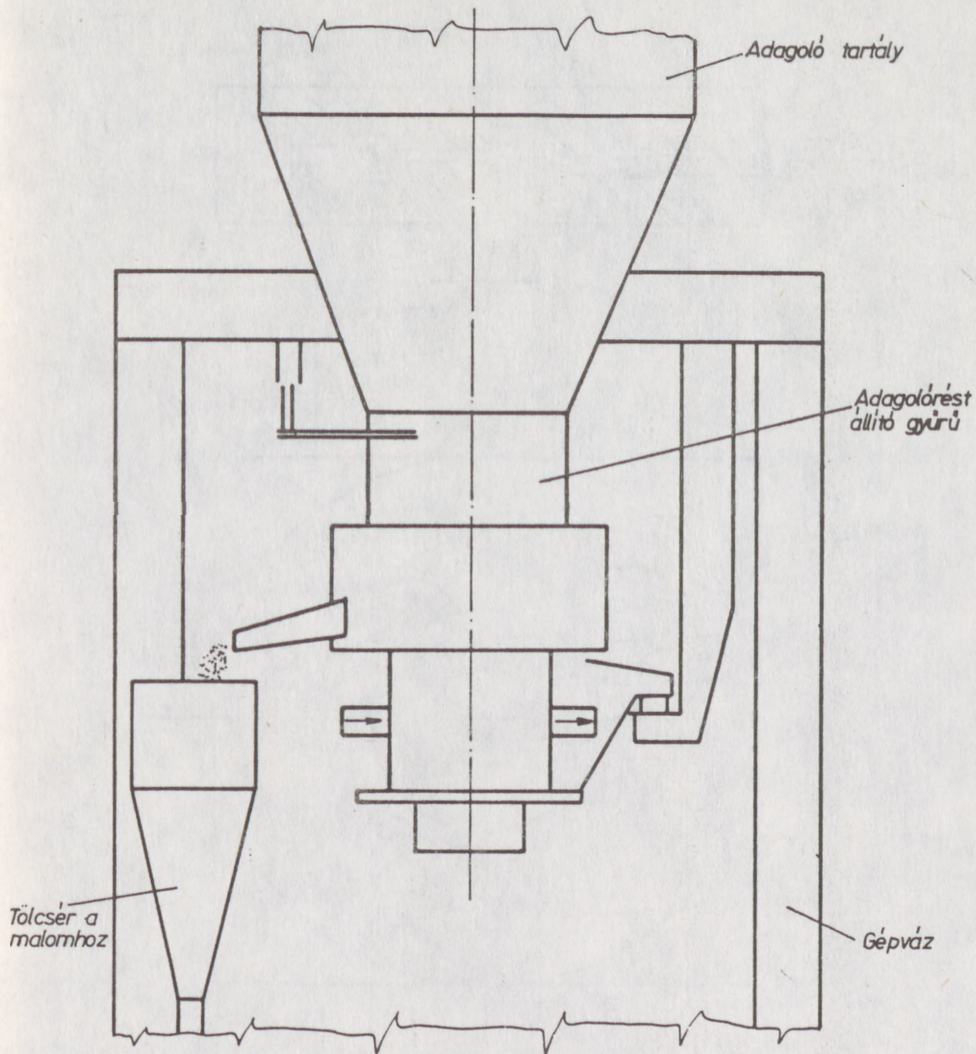
réke, amit szintén 10 μm szemcseméretnél kisebbre kell őrölni. Az előőrölt kb. 60 μm szemcseméretű félterméket az Országos Érc- és Ásványbányáktól szállítjuk (6. ábra).

A színes anyagot külön soron őröljük, az őrlőrendszer ezúttal zárt, a durvább anyagot továbbőrlésre visszadjuk. Az őrölt hidrát és az őrölt színes anyag meghatározott arányú keverésére szolgál a homogenizálósor. A bemérő tartályokon egyszerre 1 adag mikronizált timföldhidrátot és 1 adag színes anyagot mérünk ki, amelyek a homogenizálóba jutnak, ahol homogén keveréket képezünk belőlük. Ezt a keveréket zsákoljuk és szállítjuk a megrendelőnek.

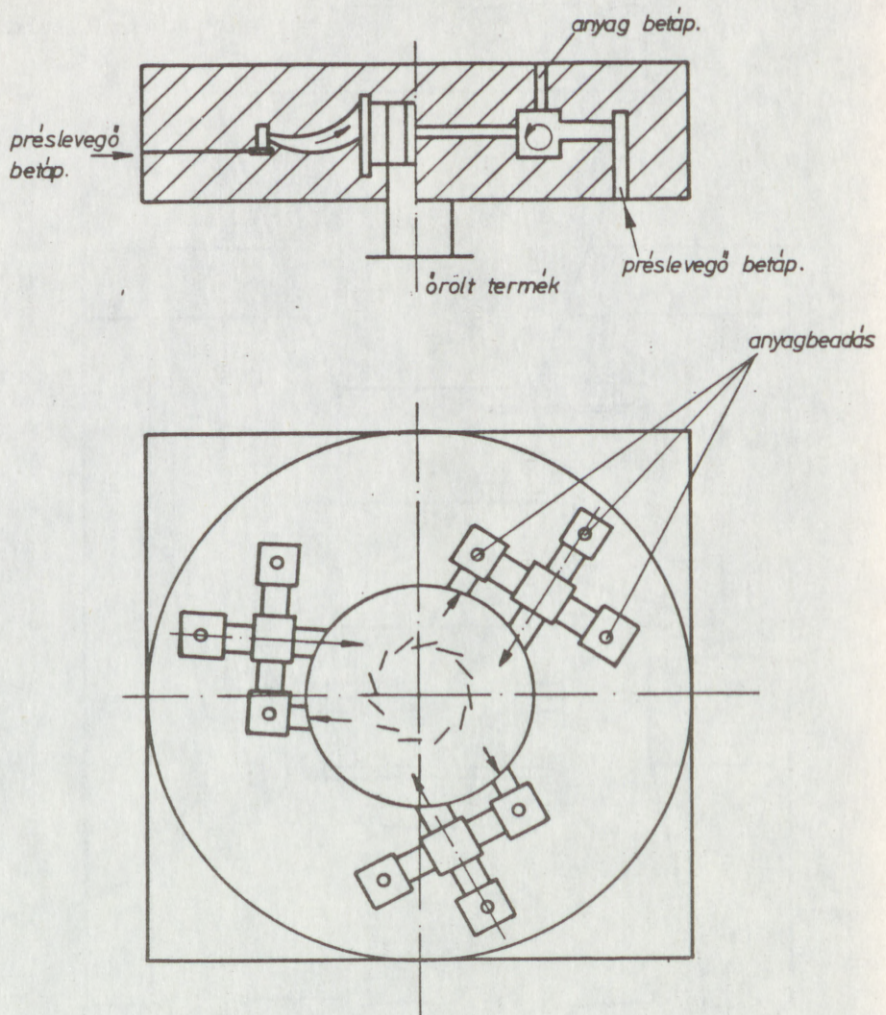


1. ábra: Száraz hidrát-őrölő felüzem

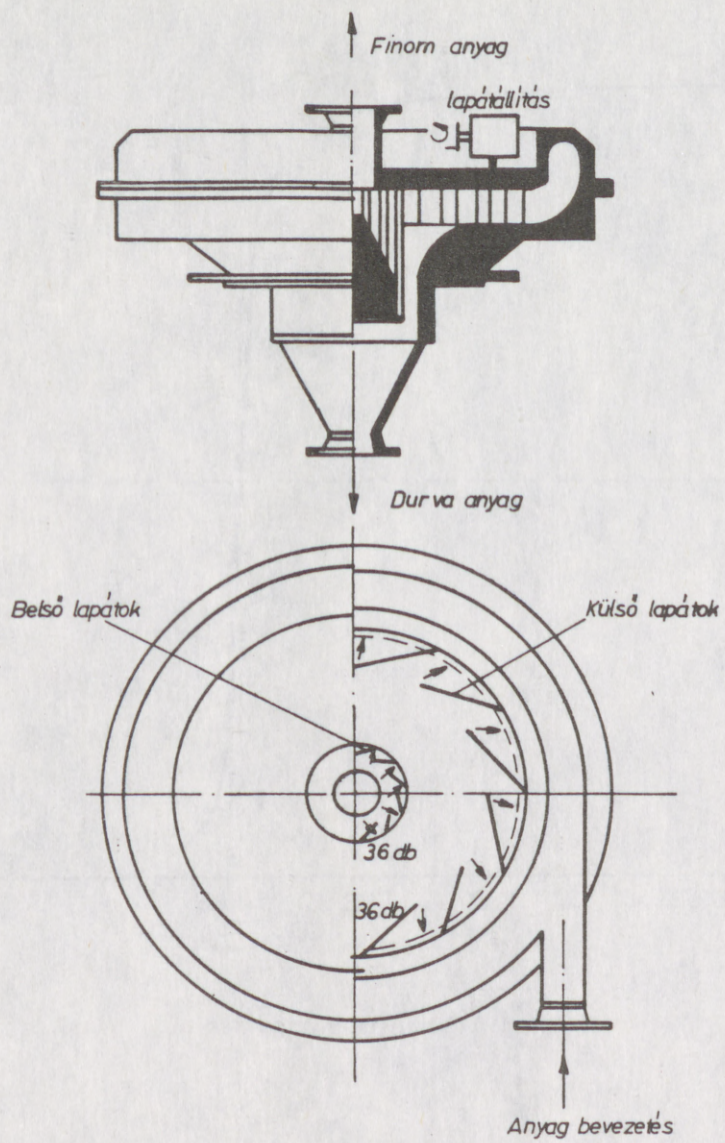
Töltse a malomhoz



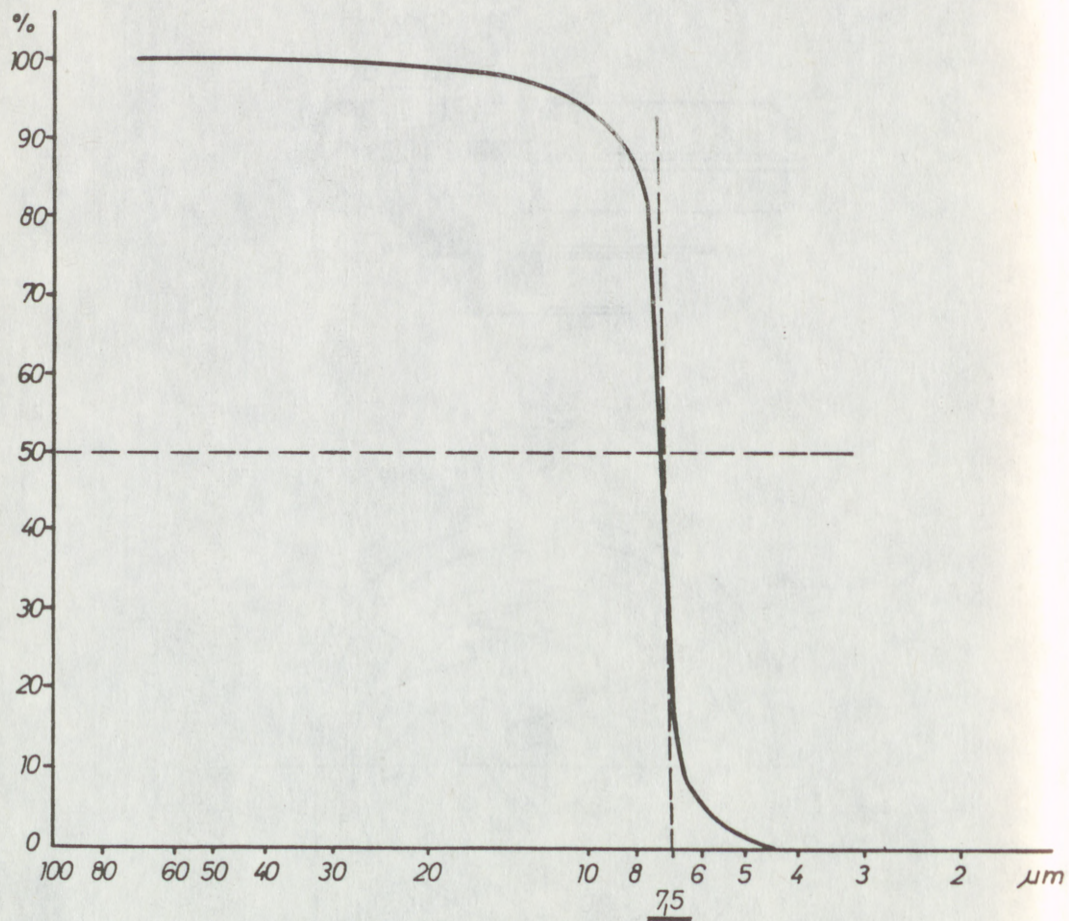
2. ábra: Adagoló szekrény



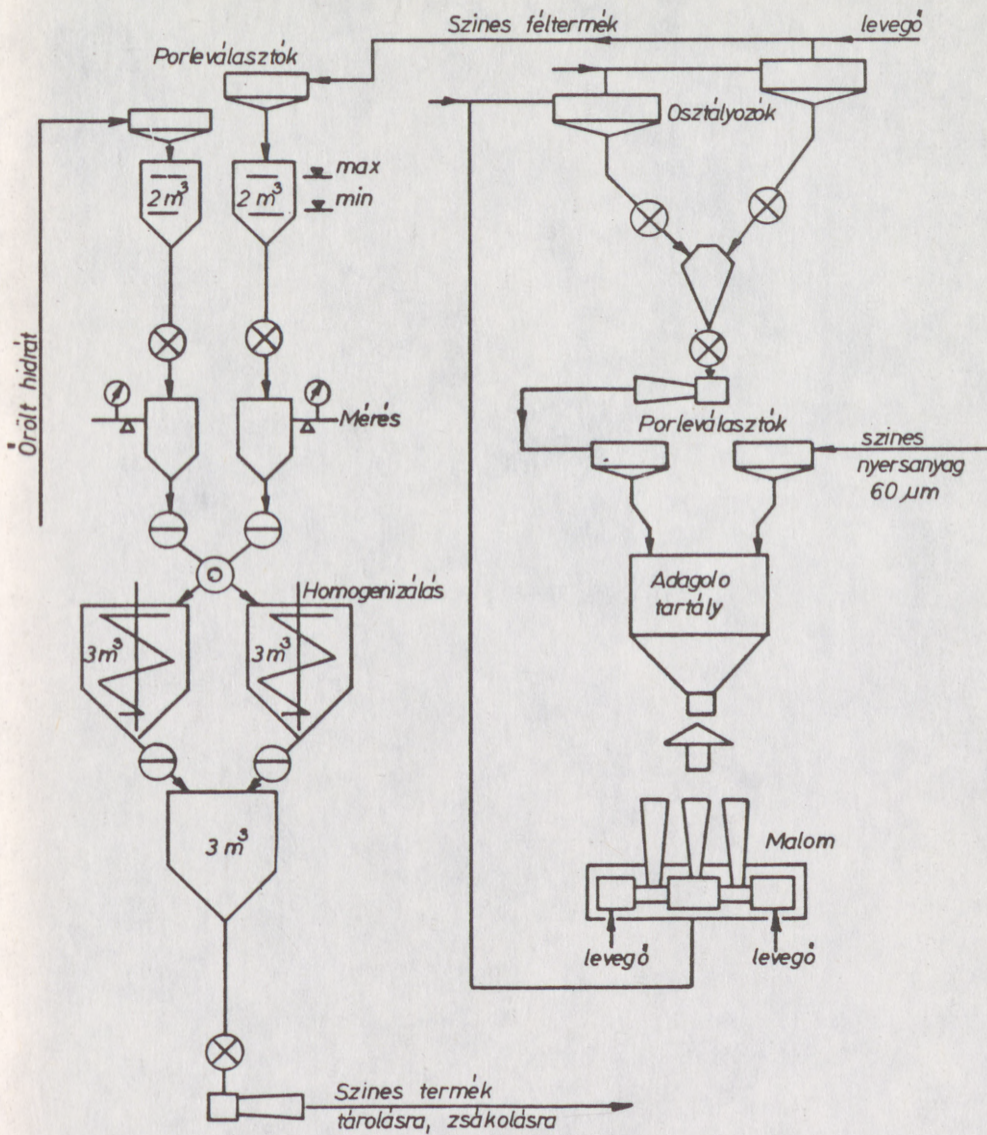
3. ábra: Légsugármalom



4. ábra: Osztályozó



5. ábra: Oszályozott végtermék



6. ábra: Színestermék-gyártó félüzem

CSENDE

A S

Bevezetés

A tímfő

Az ajkai

szivattyú

ban. A sz

tyúk elté

denütt so

re jellem

jelentősé

vattyúk c

dék gyű

növelése

Ez a me

folymat

mányos

vetkeztét

mészetes

gatási igé

1984-t

lalkozó t

szelencék

okoznak.

tési költs

CSENDE LÁSZLÓ

TIMFÖLDGYÁRI FALSVIZ-BEVITEL CSÖKKENTÉSE A SZIVATTYUK TÖMSZELENCÉJÉNEK FEJLESZTÉSÉVEL

Bevezetés

A tím földgyártás technológiája nagy hidraulikus anyagmozgatást igényel. Az ajkai tím földgyárban ezt alátámasztja, hogy 500 felett van a beépített szivattyúk száma és ezekből kb. 440 db üzemel a technológiai főfolyamatban. A szivattyúk 56 féle típust és méretet képviselnek. A többféle szivattyúk eltérő körülmények között üzemelnek, de a tömítésükkel szinte mindenütt sok probléma van. A főfolyamati szivattyúk által szállított közegekre jellemző, hogy lúgosak, koptató hatásúak. A lúg miatt biztonságtechnikai jelentőségű is a szivattyúk megfelelő tömítése. A különböző beépített szivattyúk eredetileg mind hagyományos zsinóros, vagy zsinóros és záró folyadék gyűrűs tömszelencével rendelkeznek. A tömítések élettartamának növelése érdekében a zárófolyadék-gyűrűs szivattyúkba vizet juttattunk. Ez a megoldás növelte a tömszelencék élettartamát, de a tím földgyári körfolyamatba bejutó víz növelte a bepárlási energia igényt. Sajnos a hagyományos tömszelencéknél jelentkező folyások, csepegések a felmosatás következtében szintén a bepárlási energiára vannak legnagyobb hatással. Természetesen a sok bejutó víz növeli a körfolyamat hidraulikus anyagmozgatási igényét is, ami szintén energiába kerül.

1984-ben az ajkai tím földgyárban a körfolyamatba bejutó falsvizekkel foglalkozó team kimutatta, hogy a szivattyúk tömszelencéjén, illetve a tömszelencék rossz működése miatt bejutó vizek jelentős energiaveszteségeket okoznak. Ezek a veszteségek több millió forintot jelentenek az üzemeltési költségekben.

A vázolt problémák miatt meg kellett vizsgálni az alkalmazott szivattyúk tömszelence tömítését a karbantartás, a falsvízbejutás és az üzenfbiztonság szempontjából.

A vizsgálat alapján a feladat az volt, hogy megfelelő, a szivattyúk jelentősebb átalakítását nem igénylő tömszelence-tömítést alkalmazzunk. A megoldás tárgyalása előtt célszerű áttekinteni a hagyományos tömszelence típusok alkalmazásával járó előnyöket, hátrányokat. A különböző tömszelence-típusok értékelése, elemzése rámutat az eltérő hatások és következmények sokrétűségére, valamint lehetőséget ad az optimális tömszelence-típus kiválasztására.

A különböző alkalmazott és alkalmazandó megoldásokat elsősorban az élettartam (üzembiztonság), a technológiai folyamatba bekerülő részvíz hatása és mennyisége, a szerelhetőség és a karbantartás szempontjából kell vizsgálni.

Hagyományos tömszelence típusok

Egyszerű tömítőzsínóros tömszelence (1. ábra).

Felépítése: Tengely, tömszelenceház, alappersely, tömítőzsínór gyűrűk, tömszelence fedél.

Előnyei: Egyszerű szerelhetőség, utántömíthető (elvileg korlátlanul), nincs részvíz, ami bejuthat a technológiai folyamatba.

Hátrányai: Koptató hatású közegnél a tömítőzsínór élettartama kicsi, gyakran kell utántömíteni (kicsi az üzembiztonság). A tengely a tömszelencében a szállított közeg, valamint a tömítőzsínórok együttes koptató hatása miatt erősen kopik, gyakrabban kell ennek következtében tengelyt cserélni (a tengelycsere több esetben maga után vonja a szimmeringek és a csapágyak cseréjét). Mindezek erősen növelik a karbantartási költségeket. A tengely és a tömítőzsínórok közötti súrlódásból származó helyi hőfejlődés elvezetése nem megoldott. A tömítés élettartamát ez jelentősen csökkenti.

Tömítőzsínóros tömszelence, tengelyvédő hüvely alkalmazásával (2. ábra).

Felépítése: Tengely, tengelyvédő hüvely, tömszelenceház, alappersely, tömítőzsínór, gyűrűk, tömszelence fedél.

További előnyei: Nem a tengely, hanem a védőhüvely kopik, melynek cseréje olcsóbb, mint a tengelyé. A védőhüvely felületi hőkezelése egyszerűen megoldható.

Hátrányai: A tengelyvédő hüvely elkopása esetén a tömszelence-tömítés *hirtelen mehet tönkre*, ami technológiai zavart, balesetet okozhat. Hirtelen hőhatás esetén a hüvely elrepedhet (edzett hüvely esetén). Szerelése a tengelyvédő hüvely miatt fokozottabb figyelmet igényel. A hüvelycsere csak teljes szivattyú szétszereléssel lehetséges. A tengely a hüvely miatt le van gyengítve, ami bemetsző hatása miatt gyakoribb tengelytörést okozhat.

Tömítőzsínóros tömszelence nagy rés vízfogyasztású változata (3. ábra).

Megjegyzés: Kialakítható tengelyvédő hüvellyel, vagy anélkül.

Felépítése: Tengely, (tengelyvédő hüvely), tömszelenceház, alappersely, résfolyadék-gyűrű, tömítőzsínór gyűrűk, tömszelence fedél.

Előnyei: A tömítés élettartama nagy, mivel koptató hatású anyagot nem enged a rés víz a tömítőzsínórokhoz, üzembiztonsága nagy. A helyi kenés és hőelvezetés a rés vízzel megoldott.

Hátránya: A résfolyadék viszonylag akadálytalanul jut a technológiai folyamatba, ezért annak mennyisége nagy.

Tömítőzsínóros tömszelence kis résfolyadék-fogyasztású változata (4. ábra).

Megjegyzés: Kialakítható tengelyvédő hüvellyel vagy anélkül.

Felépítése: Tengely, (tengelyvédő hüvely), tömszelenceház, alappersely, tömítőgyűrű, rés vízgyűrű, tömítőzsínór gyűrűk, tömszelence fedél.

További

előnyei: Az alappersely és a rés vízgyűrű közötti tömítés megakadályozza a nagymérvű rés vízbejutást a technológiai folyamatba.

Hátrányai: Utántömítéskor a rés vízgyűrű elkerülhet a helyéről, vagy megszűnik funkcionálni, vagy pedig megnő a rés vízbejutás a technológiai folyamatba. Szerelése nagyobb figyelmet igényel.

Tömítőzsínóros tömszelence zsírzhüvellyel

(Felépítése azonos a kis rés víz-fogyasztású tömszelencével).

Előnyei: A zsír kenőhatása következtében a tömítés élettartama megnő. Nem jut rés víz a technológiai folyamatba.

Hátrányai: Ha a szállított közeg reakcióba lép a zsírral, akkor az elveszti kenőhatását.

Általános szerelési, kiválasztási, bejáratási és üzembehelyezési szempontok a zsinóros tömszelencéknél

A tengelyfutás pontosságának behatárolt értékűnek kell lennie.

A résvíz nyomásának 1–2 bárral nagyobbak kell lennie, mint a szivattyúban a tömszelence előtti nyomás.

A tömítést megfelelően elő kell készíteni és beszerelésüket gondosan kell végezni.

A tömszelencét beszerelése után be kell járatni.

Résvízes tömszelencénél a csepegést be kell állítani.

Alapvető szempont: a résvíz öblít, tisztít, ken, valamint hűt.

Előforduló problémák a tömszelencéknél amik az idő előtti tönkremenetelhez, valamint túlzott résvízfogyasztáshoz vezethetnek.

Nincs csepegés: tömszelence fedél nagyon le van húzva.

Túlzott csepegés: nem megfelelő méretű a tömítőgyűrű, rossz az összeszerelés, nagy a tengelyütés, ferde a tengely.

Kipréselődik a tömítőanyag a fedélen; rossz a tengely és a fedél illesztése, túlhúzott a fedél.

A tömítés túlzottan kopik: a tengely felülete nem megfelelő, szilárd szemcsék kerültek a tömítésbe a szállított anyagból.

A tömítés elég, a tömítés nem megfelelő minőségű, nincs megfelelő hűtés, ill. kenés. túlhúzott a fedél.

A tömítőanyagokkal szemben támasztott követelmények

A tömítés tömítőképesége nagy legyen és kicsi legyen a súrlódási ellenállása.

A tömítés képlékeny legyen, jól alkalmazkodjon a tömszelence alkatrészek alakjához, így a tömítőnyomás egyenletesen oszlik el.

A tömítés rugalmas legyen hogy a kopásokat kompenzálni tudja, ezáltal az élettartama megnő.

Kezelése egyszerű legyen, a be- és kiszerelési idő legyen rövid.

A tömítés közepes nyomáson ne igényeljen túlzottan finom illesztéseket a tömszelence alkatrészek között.

A tömítés anyaga, kenőanyaga kémiaiilag ellenálló legyen a tömítendő anyaggal szemben.

A tömítés kenőanyaga tartósan biztosítsa a tengely és tömítés közti kenést. Térfogatálló legyen, hideg-meleg üzemben is tömítsen.

A tömszelence-fedél lehúzásakor a tömítés kenőanyaga ne préselődjön ki.

Csúszógyűrűs tömszelence

A bemutatott és alkalmazott tömszelencék problémakörére az üzembiztonság és a falsvíz bejutás a jellemző. Ezért olyan tömszelencét kellett találni, mely mind élettartam, mind energetikai szempontból megfelelő. Ilyen a csúszógyűrűs tömszelence. Az Ajkai Tímöldgyárban 1981 óta folynak kísérletek egyre kedvezőbb eredménnyel csúszógyűrűs tömszelencékkel. Mielőtt azonban az eredmények tárgyalására kerülne sor, célszerű megvizsgálni általában a csúszógyűrűs tömszelencét. A csúszógyűrűs tömszelencék alapvető jellemzője, hogy a tömítés egy álló és egy forgó gyűrű között jön létre. A felületeik úgy vannak kialakítva, hogy forgás közben egymáshoz simulva a folyadékot nem engedik kiáramolni.

Kialakításuk szerint két csoportra oszthatók: axiális és radiális tömszelencékre. A különbség a két típus között az, hogy az axiálisnál hengerhomlokfelületek, a radiálisnál pedig hengerpalást-felületek forognak egymáson, és a folyadék kiáramlás iránya radiális, illetve axiális (5. és 6. ábra).

A legelterjedtebbek az axiális tömszelencék, mert kopás esetén továbbra is megtartják tömítő tulajdonságukat, valamint könnyen szerelhetők, egyszerű konstrukciójúak. A tömszelencénél axiális erő nyomja a forgó (egyes konstrukciónál álló) csúszógyűrűt az ellengyűrűhöz. A gyűrűk és a hozzájuk képest álló felületek között a tömítést általában „o”, illetve lapos tömítéssel biztosítják.

A mozgó gyűrűt axiális irányban rugó nyomja az ellen gyűrűhöz. A csúszógyűrűs tömítést érő erőhatásokat a 7. számú ábra mutatja. Az erők hatása és eredője függ a beépítés módjától. A beépítés módja szerint a következő típusok lehetségesek:

- forgórész belül (7. ábra)
- forgórész kívül (5. ábra)
- tandem elrendezés (8. ábra)
- kettős elrendezés (9. ábra)

Ma a világon gyártott csúszógyűrűs tömítésekkel a következő üzemi követelmények elégíthetők ki.

Tengelyméret: $D_t = 5 \dots 500$ mm.

Nyomástartomány: $p = 10^{-5}$ mbar \dots 450 bar,

Hőmérséklet-tartomány: $t = 200^{\circ}\text{C}$ -tól \dots 450°C .

Csúszási sebesség: $V_m = 1 \dots 2$ m/min \dots 100 m/s.

A csúszógyűrűs tömítések kialakításánál, alkalmazásánál hat tényezőt kell figyelembe venni, amelyek kölcsönösen összefüggenek. Elméletileg a csúszógyűrűs tömítéstől a következők várhatók el:

- A lehető legjobb tömítőhatás.
- Minél nagyobb élettartam, vagy kis kopás.

- Nagyfokú üzembiztonság, vagyis ne legyen karbantartásra, javításra szükség.
- A lehető legkisebb súrlódási veszteség és hőfejlődés.
- Kis helyszükséglet.
- Minél nagyobb gazdaságosság és minél olcsóbb kivitel.

Miután egy csúszógyűrűs tömítésnél a követelmények mindegyikét nem lehet kielégíteni, kompromisszumos megoldásra van szükség, amely az üzemi adottságokat figyelembe veszi, és egymáshoz képest kiegyenlíti.

A hagyományos tömszelencék hátrányai a csúszógyűrűs tömszelencékkel szemben

- Környezetszennyezés:

A zsinóros tömítés mellett a kicsepegő termék mennyisége számottevő lehet, ez a környezet, a munkahely elszennyeződéséhez vezethet.

(A munkahelyek tisztítása, takarítása folyóvízes felmosással történik. Ez a tulajdonképpeni „mosóvíz” kerül a technológiai folyamatba, mint falsvíz).

- Termékköltség.

A kicsepegő termék mennyiségének értéke.

- Csapágyköltségek.

A legtöbb csapágy nem túlterhelés, hanem elszennyeződés következtében megy tönkre. Az elszennyeződés pedig általában a zsinóros tömítés melletti szivárgás következménye. A szivárgás megszüntetésével megelőzhető a csapágyhibák nagy része.

- Fenntartási költségek.

Ha a termék szivárog, takarítani kell és el kell távolítani a korróziót. Sok esetben a szivárgás következményeit csak festéssel stb. szüntethető meg. A tímfoldgyárban a különböző típusú tömszelencék kipróbálásával a következő kérdésekre kellett választ kapni:

- A tömszelence csúszógyűrűk anyagának megválasztása.
- Az elasztomerek anyagának megválasztása.
- A beépítés módja.
- A tömszelence konstrukciója.
- A szivattyúba való beépíthetőség.
- A szivattyúval szemben támasztott követelmények.

A beépített típusok és a kísérletek eredményei

Chesterton gyártmányú 880-as típusú tömszelencék (USA gyártmány) (10. ábra). Az AZSZ, Warman szivattyúba szén és kerámia csúszógyűrűkkel építettünk be (átmérő 60, 65, 100 mm).

Tapasztalat: Vízre a tömszelencék megfeleltek, de koptató hatású anyagoknál az élettartam rövidnek bizonyult. A szén és kerámia gyűrűk nagyon érzékenyek a dinamikus igénybevételre, gyakran kitöredezett a felületük. Ahol zagyszállítás volt, ott a működtető rugók eltömődtek, és nem tudtak funkcionálni.

A 880 típust PAM K 6,5, AZSZ, Warman szivattyúba (átmérő 60, 65, 70, 100 mm) Volframkarbid csúszógyűrűkkel építettük be.

Tapasztalat: A csúszógyűrűk anyagminősége nem volt megfelelő, rövid idő alatt tönkre mentek, a rugók eltömődtek, és nem funkcionáltak.

A CHETRA 700 típust (NSZK gyártmány) (11. ábra), ÉSZ, AZSZ szivattyúba szilíciumkarbamid csúszógyűrűkkel építettük be (átmérő 60, 65 mm).

Tapasztalat: Csúszógyűrűk dinamikus igénybevételek miatt törtek, gyorsan koptak. A harmonika rész rövid idő után szétszakadt.

Általánosságban elmondható, hogy a frekvenciált helyekre általunk eddig kipróbált Chesterton típusú csúszógyűrűs tömszelencék sem anyagminőségükben, sem konstrukciójukban nem váltak be. A tömszelencék EPDM jelű elasztomer tömítései viszont beváltak. A CHETRA termékeknél az elasztomer szintén jó volt, a 700-as típus kisebb igénybevétel esetén megfelel vízre.

Busak + Luyken GPA CEFILAC típus (12. ábra). (Finn gyártmány)

Warman szivattyúba 130 mm átmérővel Volframkarbamid csúszógyűrűkkel építettük be.

Tapasztalat: Kedvező szerelési tulajdonságok, kopás szempontjából hosszú élettartam. A gumi membrán élettartama rövid, anyagminősége lúgra nem megfelelő. Általában elmondható, hogy megfelelő membrán esetén hosszú élettartamú, jó tömszelencé. Hátránya az, hogy a mechanikus egység a többi csúszógyűrűs tömszelencéhez képest arányában nagy értéket képvisel és a tengely átmérőtől jóval nagyobb a csúszógyűrűk átmérője a konstrukció következtében.

A Sandvik típust (13. ábra). (Osztrák gyártmány) AZSZ, ÉSZ, Sigma, Warman, kristályosító bepárló cirkuláló szivattyúba (átmérő 60, 65, 100, 130, 150 mm) Wolframkarbamid csúszógyűrűkkel építettük be.

Tapasztalat: Egyszerű, olcsó, kisebb dinamikus terhelést jól bíró konstrukció. A csúszógyűrűk anyaga nagyon jó, hosszú élettartamot biztosít. Elasztomert kell találni hozzá, megfelelő minőségben. Hidrázagyra, lúgra még a nagy átmérőknél is kedvezők a tapasztalatok. A kristályosító bepárló üzeme nélkül nem volna gazdaságos. Általában jól bevált típus.

A ROPAC HP 75/83 típust (14. ábra). (Francia gyártmány) PAM K 6,5 típusú szivattyúba (átmérő 85 mm) Volframkarbamid csúszógyűrűkkel építettük be.

Tapasztalat: Hosszú élettartamot mutatott (közel 2 év). A kettős tömítés zárfolyadék-igénye lerakódás- és kiválás-mentes folyadék. A tönkremenetel oka a kiválások által megakadályozott mozgás.

A Pacific típust (15. ábra), (Import csúszógyűrűvel hazai gyártmány) PAM 6,5, Warman, M 250 Schabaver, AZSZ típusú szivattyúkba (átmérő 60, 65, 80, 100, 150-mm) méretben Volframkarbamid csúszógyűrűkkel építettük be.

Tapasztalat: Kettős tömítésként nem biztosít hosszabb élettartamot, mint szimplán. A lemezrúgós változat érzékeny a kiválásokra. Külső forgórész beépítéssel megfelelő élettartam jellemző rá. Jelenleg 1 db Kestner állomás teljes szivattyú-parkja ezzel a típussal jól üzemel. A megfelelő elasztomer anyagát kell még megtalálni. Általában jól bevált típus.

Összegezve a tapasztalatokat, elmondható, hogy csúszógyűrűk alapanyagára a Volframkarbamid a legmegfelelőbb. A konstrukció szempontjából a nagy spirálrúgós kivitel is megfelelő. Az elasztomerek anyagaként az EPDM anyagminőségű gumi szükséges.

A beépítést tekintve a külső forgórészes, rögzített állórészű tömszelence vált be legjobban. A szivattyúk csapágyazásának pontossága, ez együttfutás biztosítása a különböző alkatrészeknél a pontos beállítások alapvetően meghatározzák a csúszógyűrűk élettartamát. A beállítási, szerelési hibákon kívül érzékenyek a kavitáció, az üresjárás okozta rezgésekre egyaránt. A jól bevált típusoknál 90%-ban a tönkremenetel nem a csúszófelületek elkopása hanem a csapágyozás, vagy a tömítő elasztomerek tönkremenetele okozta.

A csúszógyűrűs tömszelencék ára nagyon magas. (Néhány típus és méret ára a 16. ábrán látható). Fontosnak látjuk a csúszógyűrűk hazai gyártásának megindítását. Jelenleg az ISG porkohászati gyárában kísérleti darabokat gyártatunk, melyek ára fele annyi, mint az eddig ismertetett típusoké. Ha ez beválna, akkor nagymértékben növelhetnénk, a csúszógyűrűvel üzemelő szivattyúinak számát.

A magas árak ellenére azokon a helyeken, ahol megtaláltuk a megfelelő beépítési módot, a megfelelő elasztomert a csúszógyűrűs tömszelencék alkalmazása gazdaságosnak bizonyult.

Felhasznált irodalom:

[¹] Erhardt Mayer: Axiális csúszógyűrűs tömítések.

[²] Font László – Varga: Tömítések.

[³] Chesterton csúszógyűrűs tömítések kézikönyv.

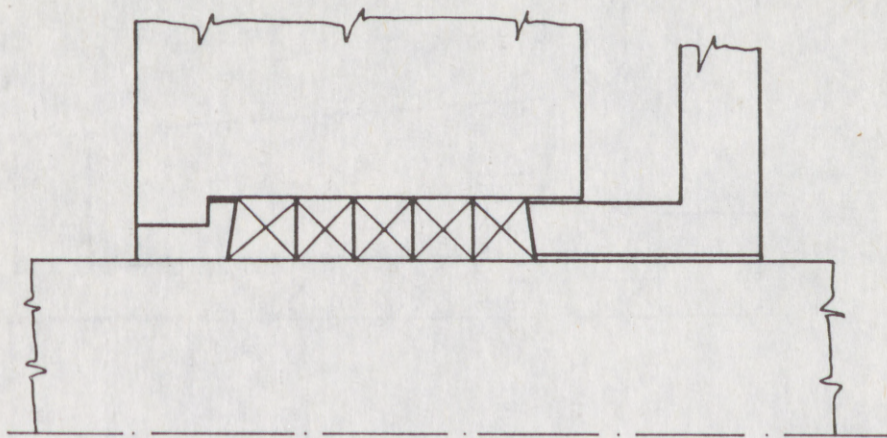
[⁴] Falsvíz-értékelemző team jelentése.

őmités
enetel
mány)
tmérő
rűkkel
mint
górész
lomás
tomer

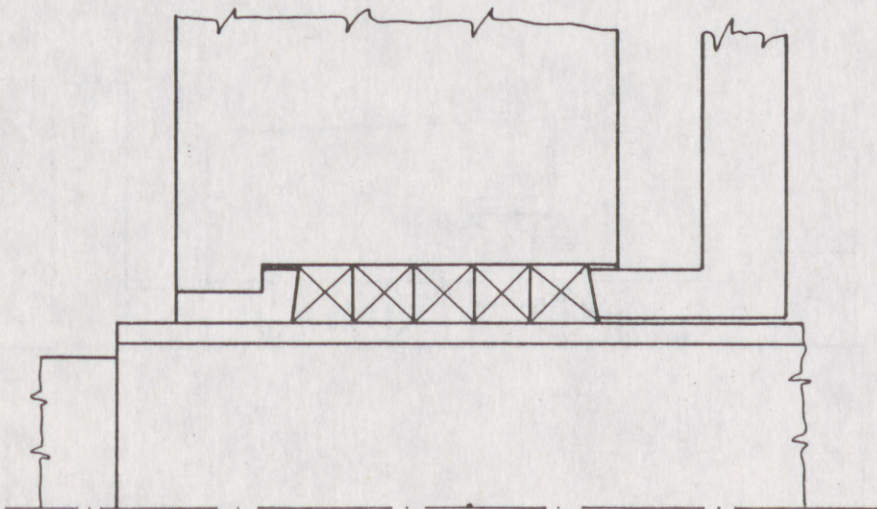
banya-
tjából
ént az

elence
tfutás
retően
bákon
A jól
opása
kozta.
méret
sának
bokat
é. Ha
emelő

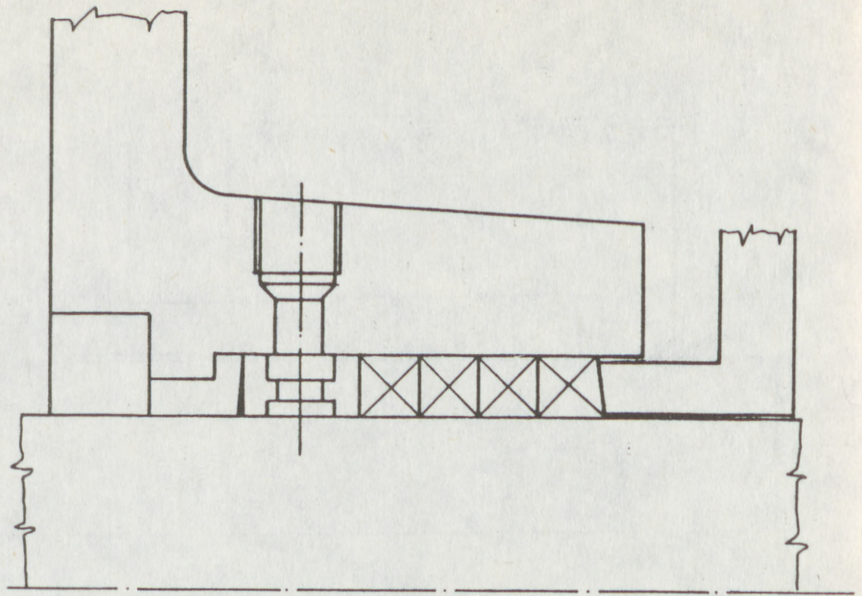
felelő
encék



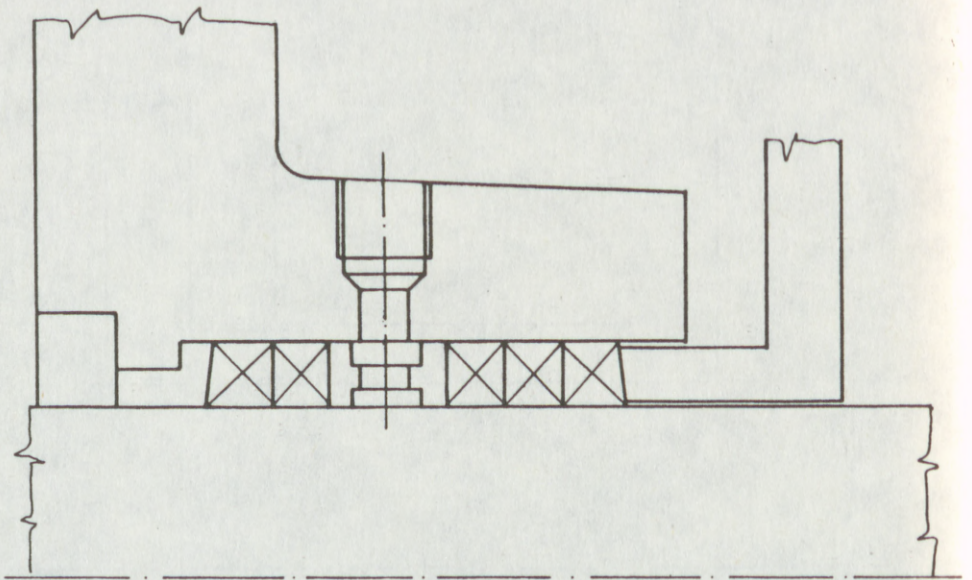
1. ábra



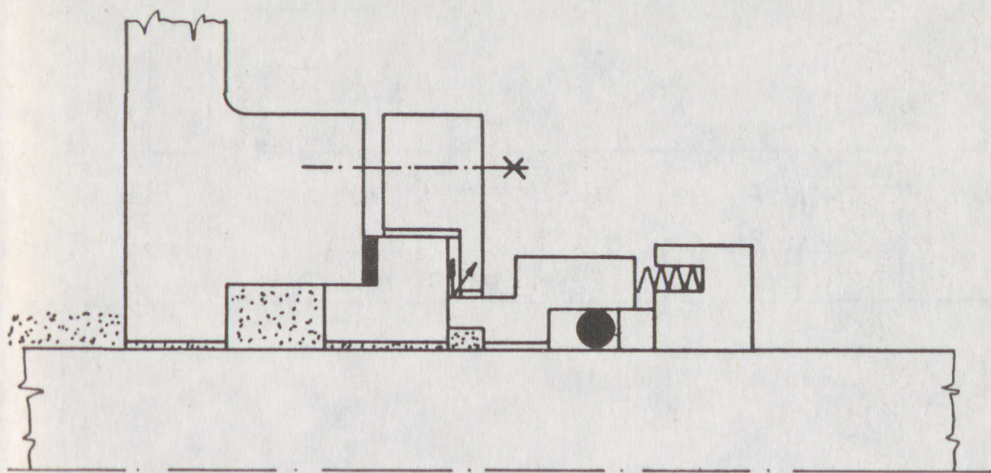
2. ábra



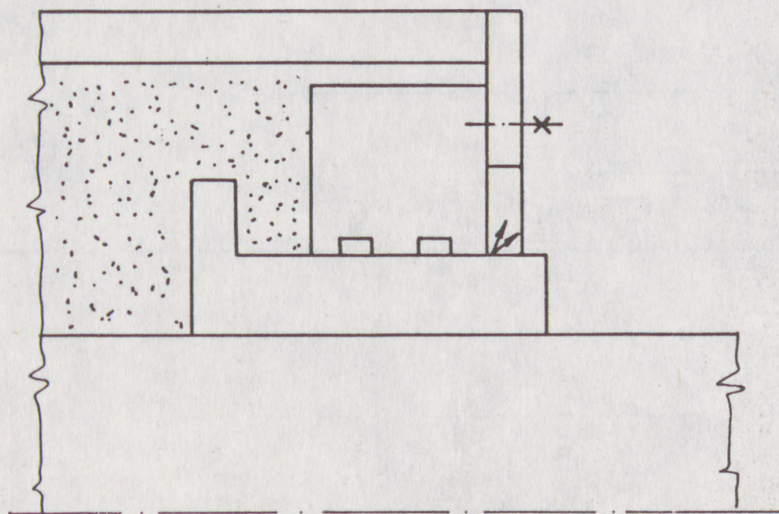
3. ábra



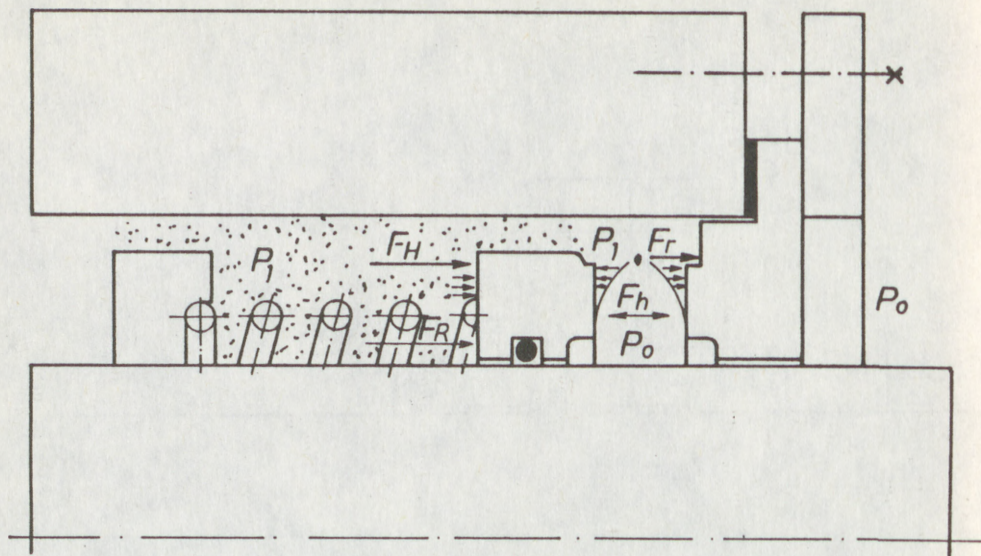
4. ábra



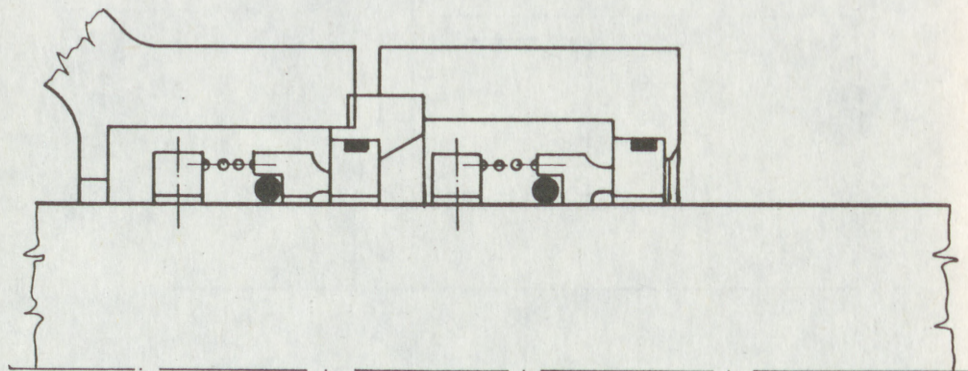
5. ábra: Axiális csúszógyűrűs tömítés



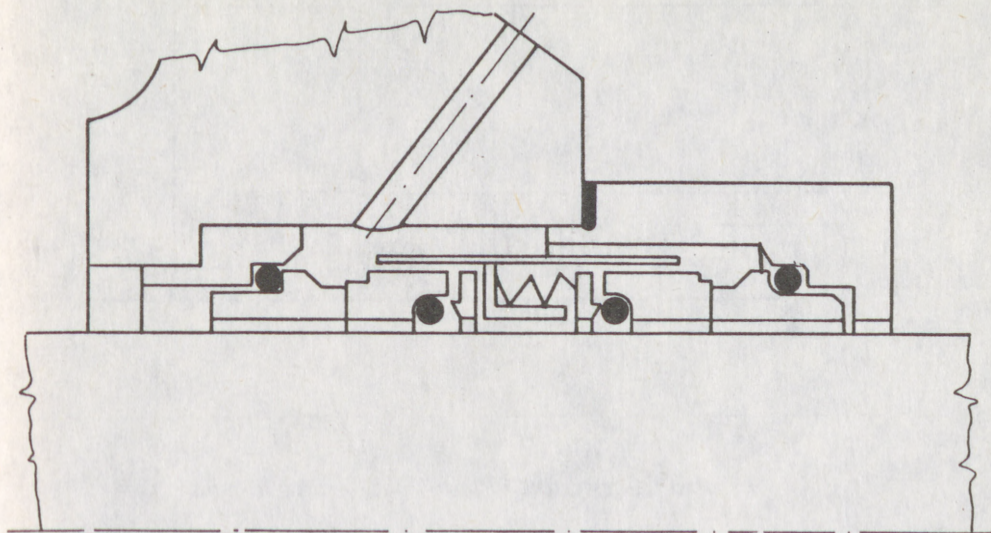
6. ábra: Radiális csúszógyűrűs tömítés



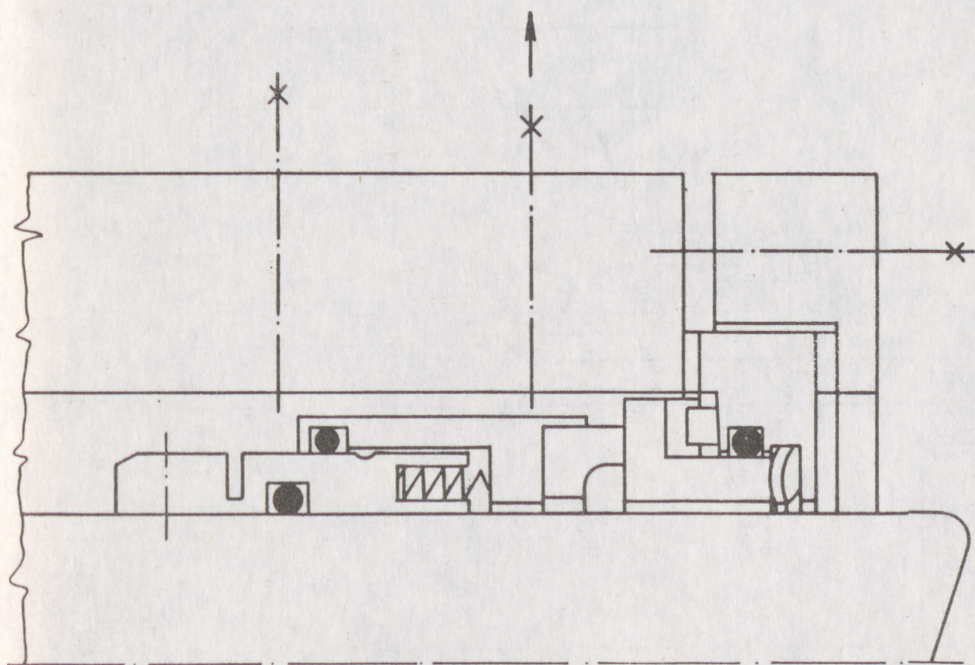
7. ábra: Csúszógyűrűt erő erőhatások



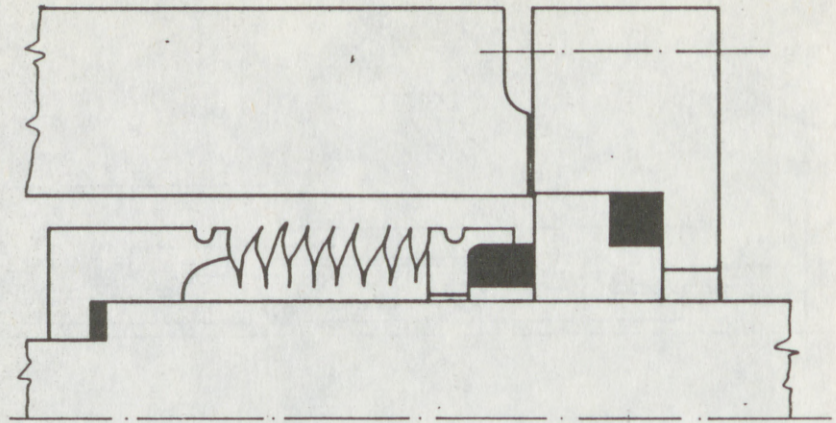
8. ábra: Tandem rendszerű tömités



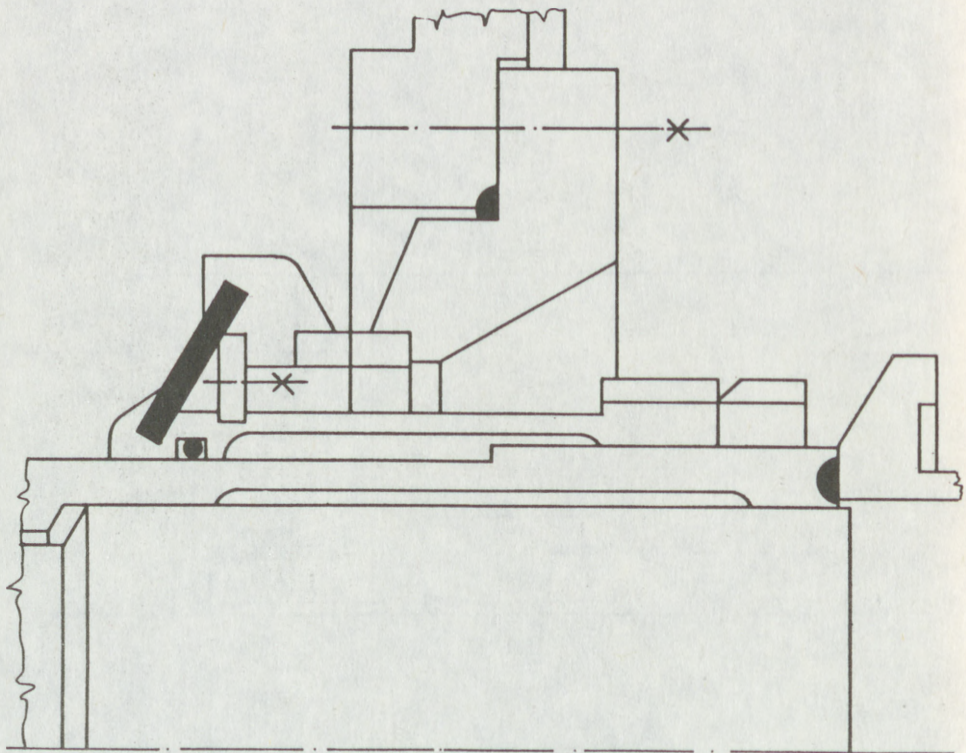
9. ábra: Kettős csúszógyűrűs tömítés



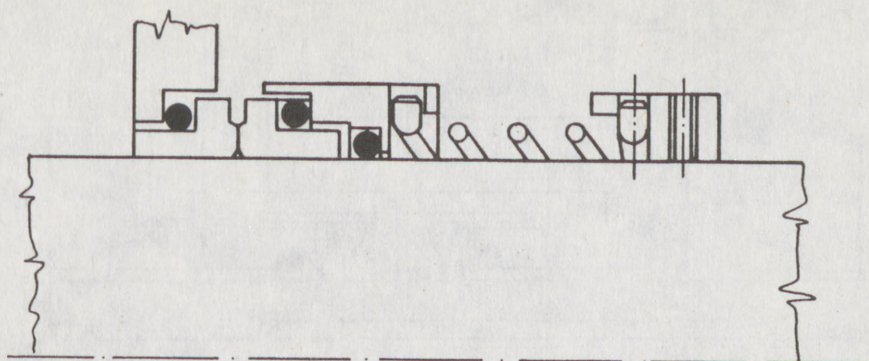
10. ábra: Chesterton 880 tip. csúszógyűrűs tömítés,



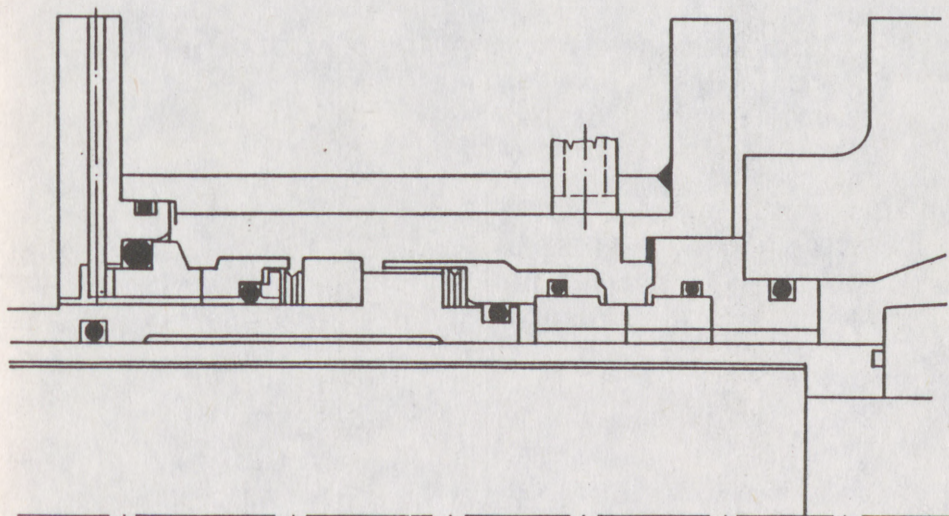
11. ábra: Chesterton 700 tip. csúszógyűrűs tömítés



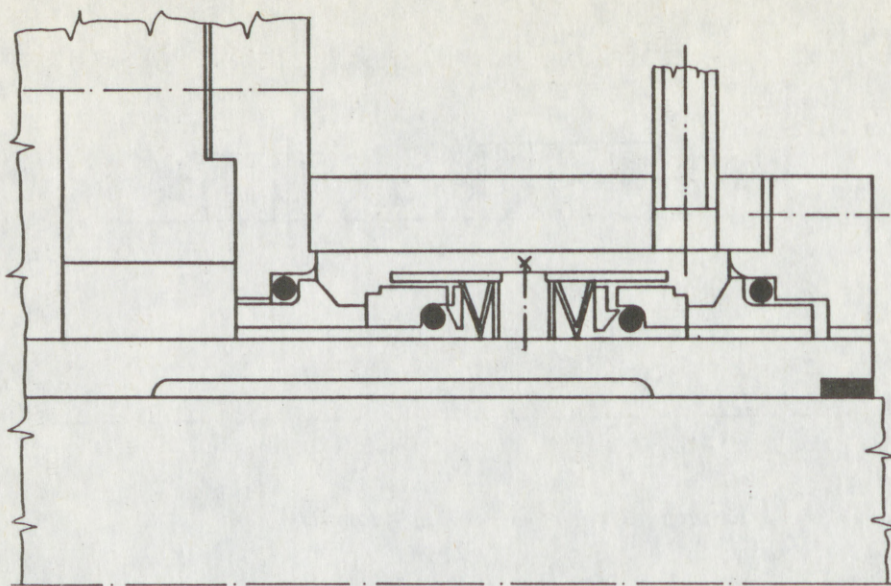
12. ábra: Cefilac csúszógyűrűs tömítés



13. ábra: Sandvick csúszógyűrűs tömítés



14. ábra: ROPAC MP 75/83



15. ábra: Pacific 120 csúszógyűrűs tömités

CSUSZÓGYÜRÜS TÖMITÉS TIPUSA	Vételár (Ft)	Vételár (valuta)	Megjegyzés
PACIFIC KU 060 M uueef	54.500 – Ft		
KU 065 M uueef	57.500 – Ft		
KU 100 M uueef	94.500 – Ft		
222-100 uue	187.000 – Ft		
122-145 uue	218.000 – Ft		
SANDVIC ϕ 64	27.602,15 – Ft	7.977,5- ATS	Csak valuta
ϕ 100	54.782.00 – Ft		kifizetéssel
ϕ 130	138.256,41 – Ft	39.958,5- ATS	
ϕ 150	176.200,50 – Ft	50,925 - ATS	
CHESTERTON			
880			
ϕ 60	61.176 – Ft		
ϕ 65 (forgórész)	52.650 – Ft		
ϕ 2-3/4,, (forgór.)	69.202 – Ft		
ϕ 4 (forgórész)	92.598 – Ft		

1986-os adatok!

16. ábra: Csúszógyűrűs tömitések

KAUFMAN ANTAL

A TIMFÖLDGYÁRI BERENDEZÉSEK ÉLETTARTAMÁNAK NÖVELÉSÉRE ALKALMAS FELÜLETKEZELŐ ELJÁRÁSOK

Műszaki és gazdasági háttér

A tartalékalkatrészgyártó üzem munkaórapacitása a vállalat tartalékalkatrészigényének mintegy 50%-ára elegendő. Jelentős külső kooperációs tevékenységre kényszerülünk, részben trösztön belül, részben az ország nagyüzemeinél. Ugyancsak jelentős vállalatunk import tartalékalkatrész igénye.

A saját kapacitás elemzésénél szembevetendő a tevékenység sokrétűsége. A múlt év folyamán több mint 1700 megrendelést teljesített, alkalmazva a gépgyártás-technológia valamennyi ágazatát, eljárását. Természetes, hogy e sokrétű tevékenységre gyártóeszközökkel nem rendezkedhetett be.

Az alkatrész-gyártás jellemzői:

1. Megfelelő, előrelátó és gyors gyártáselőkészítésre van szükség.
2. Fel kell készülni a gyors munkavégzést eredményező áthidaló megoldásokra.
3. A vállalati karbantartási stratégiát úgy kell kialakítani, hogy esetenként alkatrészcserek helyett elfogadja az alkatrészjavítást.
4. Számolni kell a nagymértékű kooperációs függéssel.

Az élettartam-növelő kopásálló felületkezelő eljárások alkalmazása elsősorban a 3. és 4. pontban foglaltak biztosítására kerültek a munka előterébe, az alábbi elvárásokkal: Biztosítsa

- új alkatrészek felületminőségi követelményeit,
- kopott, használt alkatrészek méretrekonstrukciós lehetőségét,

– más, nem kopásálló felület (pl. korrózióálló, villamosvezető, műanyag, stb.) felhordásának lehetőségét,

Fentiek alapján tekintsük át a vállalatunknál alkalmazott felületkezelő eljárásokat, s a teljesség igénye nélkül ismertetve az eddigi eredményeket.

(1. ábra)

A kopásvédelem nem a felületkezeléseknél, hanem a berendezések és alkatrészek konstrukciós kialakításánál kezdődik, és ezek a tényezők a későbbiekben alkalmazható eljárásokat meghatározzák.

Felületkezelés:

1. Galvanizálás

1.1 Kemény krómozás: (0,1–0,5 mm rétegvastagság)

Keménység 45 HRC

Alkalmazása. Hidraulika elemek, öntőgéppalkatrészek gyártására és javítására.

Jelenleg kooperációs bér munkában végzik, fejlesztési elképzeléseinkben saját galvanizáló üzem létesítése szerepel. A keletkező veszélyes hulladék kezelése okoz gondot.

2. Hőkezelések

2.1 Cementálás (1–2 mm rétegvastagság)

Keménység 50–55 HRC

Alkalmazása: Szerszámgyártásnál, csapok, tengelyek készítésénél, fogazások felületi kezelésénél stb. Csak új alkatrészek gyártásánál, javításra nem alkalmas.

Szerszámüzemünk kis befoglaló méretű hőkezelő kemencékkel rendelkezik, a nagyobb darabok bér munkában készülnek. Fejlesztési elképzelésekben sem szerepel e technológiai ágazat fejlesztése. A gyártáselő-készítés elsősorban a reveszegény technológiákkal rendelkező üzemekkel igyekszik kooperációs kapcsolatot létesíteni.

2.2 Lángedzés: (1–2 mm rétegvastagság)

Keménység: 50–55 HRC

Alkalmazása: Autokláv tengelyek, dugattyús-szivattyú hüvelyek gyártásánál, javításra nem alkalmas.

Ez ideig elsősorban az olajipari gépgyáraknál, bér munkában végezték. Fejlesztési feladatunk helyettesítő technológia keresése, kialakítása, a nagymértékű kooperációs függőség csökkentése.

2.3 Nitridálás: (0,1–0,4 mm rétegvastagság)

Keménység: 55 HRC

Alkalmazása: Csapszegek, tengelyek gyártásánál, javításra nem alkalmas.

Kooperációs lehetősége függvényében kerül alkalmazásra.

2.4 Boridálás: (1–2 µm rétegvastagság)

Keménység: 50 HRC

Alkalmazása: Szakirodalmi ajánlás alapján a nitridálás helyett jöhet szóba.

3. Javítóhegesztés: (Az ábrából is kitűnik az alkalmazott kopásvédelem központi technológiája.)

3.1 Felrakó hegesztés

3.1.1. Ivhegesztés: (3 mm rétegvastagság felett)

Keménység 55–60 HRC

Alkalmazása: Hőbevitelre nem érzékeny ásványi anyagot mozgató, szállító berendezések felületi kopórétegének felvitelére, vagy annak javítására. (pl. markolók, tolólapok, csigák, törők, kalapácsok stb.)

Alkalmazott elektróda típusok: Böehler, UTP, Castolin és különböző hazai gyártásúak. A hegesztőberendezések sokrétűek. Fejlesztési célkitűzések között a hagyományosnak mondható acél alapanyagú elektródák használata mellett, csúszó felületek felrakására bronzelektródák használata szerepel. pl. Castolin, 1865, XHD 1855, stb.

3.1.2 Lánghegesztés: Az előzőekben ismertetett ívhegesztés helyettesítéseként jön szóba, kis falvastagságú daraboknál, kényszerhelyzet hegesztéseknél stb. pl. szállítócsigák, élke-fémfelvitel:

3.2 Porhegesztés, porszórás: (fénykép!)

3.2.1 Hideg eljárások: (2–2,5 mm rétegvastagság)

Keménység: 70 HRC

Felszórási hőmérséklet: 200–250°C

Kötés: kohéziós vagy adhéziós

Alkalmazása: Hőelhúzódnál hajlamos daraboknál kopófelületek gyártására, javítására Ni, Cr, Si, WX, Xo, Xu, Al, Ti, bázissal és ötvözővel. Tengelykapcsoló lamellák, csapágyhelyek méretrekonstrukciójánál, krompresszor csapszegek, szivattyútengelyek gyártásánál, fémbemerülő alkatrészek és hőelemek védelmének, WC-os kerámiaszórást ciklonrendszerek védelmére.

Alkalmazott berendezések, porok, technológiák alapján megkülönböztetünk:

- Etalloy
- Proxon
- Metaceram
- Plazma
- Huzalszóró eljárásokat

Az Etalloy és proxon eljárásokhoz Castolin Roto Tec 80 szórópisztoly áll rendelkezésre, a metaceram eljáráshoz egy CastoDyn 2000-es készülék. A plazma-eljárást a Balassagyarmati Fémipari Vállalat szolgáltatja. A mély berágódások javítására maximálisan 5–6 mm rétegvastagságot produkáló Metco 12 E típusú huzalszóró van. Saját konstrukciójú plazmaszóró kifejlesztésén dolgoznak.

3.2.2 *Meleg eljárások:* Különbözősége a hidegeljárástól, hogy a szórást még követi egy rövid 1000–1200°C hőmérsékletű hőntartás – úgynevezett rögzítés –, mely a kötésben némi diffúziós folyamatot idéz elő. Dinamikus igénybevételű alkatrészek kopásvédelmére, pl. kompresszorcsapszegek. Szerszám: Roto Tec 80 szórópisztoly.

4. Hidegeljárások

4.1 *Vasalás, görgőzés:* Ezideig csak kényszermegoldásként került alkalmazásra. Több figyelmet érdemelne.

5. Kenéssel felvihető kopásálló bevonatok:

5.1 *Castolin MeCaTec III.:*

Alkalmazása: 100°C alatti üzemi hőmérsékletű helyek, ahol más eljárás nem alkalmazható pl. a vékony falvastagság, bonyolult forma, stb. miatt. Tartályok, ventillátorok, szivattyúk és armatúrák védelmére méretrekonstrukciójára szolgál.

6. *Korrózió-védelem:* A lehetséges alternatívák közül egyet emelünk ki. A huzalszóró Zn, Al felvitelére is alkalmas, többek között az inotai huzalgyártmányok is szórhatók.

Vázlatosan és önkényes sorrendben ismertettük azokat a kopásvédő felületkezelő eljárásokat, melyekkel üzemi tevékenységünkben foglalkozunk. Az eljárások üzemi tesztelése csak 1 éves időtartamra tekint vissza, de az első eredmények már jelentkeznek.

– A DFG targoncák tengelykapcsoló bronz kopórétegének pótlása illetve új lamella gyártása.

Üzemelnek, élettartamuk megegyezik az eredetivel. A javítás és a komplett tengelykapcsoló-csere költségkihatása: a javítás 20%-a a cserének. Gazdasági eredményét növeli, a targonca üzemképtelenségének rövidülése.

– Jelentős kopásvédelemmel láttuk el a mikronizált üzem berendezéseit. Egy éve üzemelnek, meghibásodás még nem fordult elő.

– Sorozatban szórjuk villanymotorjaink, nagyméretű, – az üzemben nem gyártható – fogaskerekes tengelyek kopófelületét.

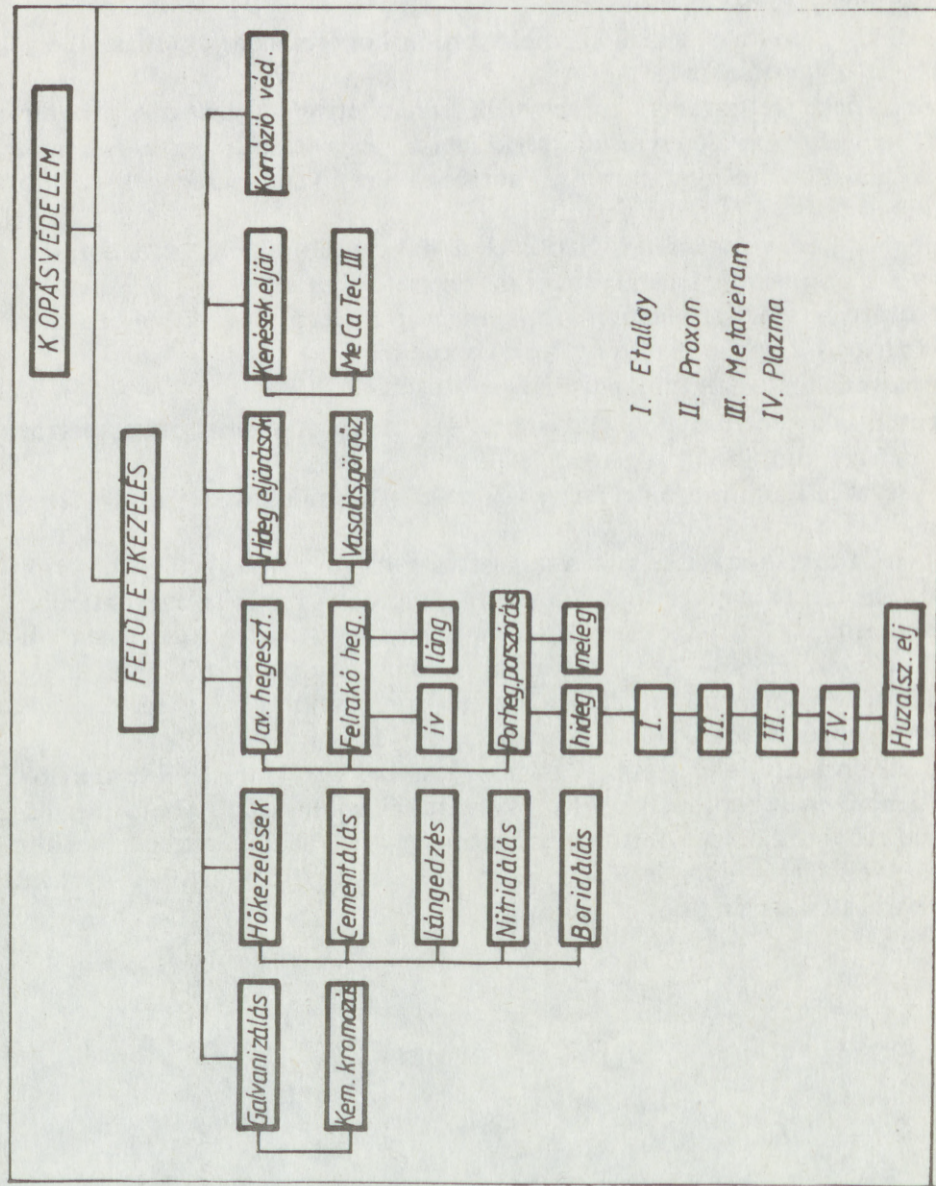
– Kopásvédelmet végeztünk a CSUH szivattyún.

– Felraktunk, szórtunk több szivattyú- és autokláv-tengelyt, kompresszor-csapszeget, öntőkokillát, gázegő fuvókát.

– Részt vállaltunk tím földgyári csúszógyűrűs tömítőrendszer kifejlesztésében.

Úgy találtuk, hogy a felvitt rétegvastagság meghatározásánál a konstrukció üzemelési paramétereiből adódó megengedett kopás a meghatározó. A rétegvastagság 75%-ának kopása még megengedett, ezen az értéken túllépni nem szerencsés. A tömítőzsinóros tömszelencék tömítőfelületeinek kialakításánál nem tudtunk megnyugtató eredményt elérni. Megítélésünk szerint a konstrukció változtatása hozhat eredményt.

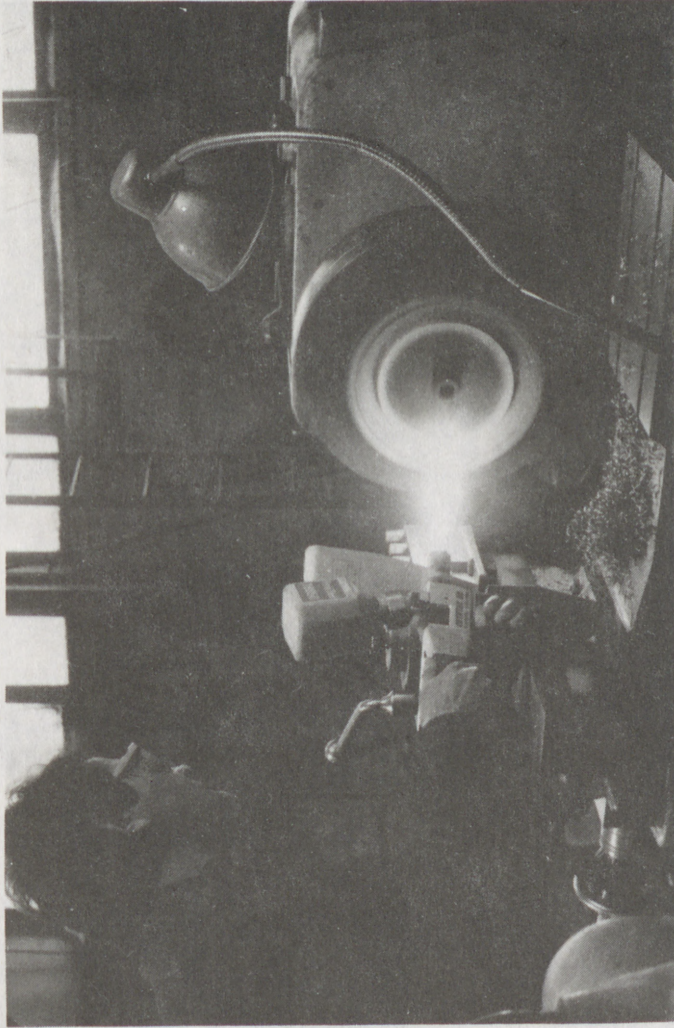
Az alkalmazott felületvédő eljárások egészének áttekintéséből levonható, hogy lehetőségeinket az alkatrészek konstrukciós kialakítása döntő mértékben determinálja. Az alkatrészgyártás anyagi, műszaki háttere, az eddigi eredmények indokolják e témakörben a konstruktőr gyártó és karbantartó párbeszéd megindítását.



- I. Etalloy
- II. Proxon
- III. Metaceram
- IV. Plazma

I. ábra

1. ábra



2. ábra

SASVA

AZ
BI

Beveze

Az alu
nológia
nek 20
techno
ra csök
A fa
hatásfo

Az á
a kádb
nak tul
Ezt
- a hő
- az á
- a pó
- az el
- a ká
Ezel
reakció

SASVÁRI ZSUZSANNA

AZ ALUMINIUMELEKTROLIZIS ÁRAMHATÁSFOKÁT DÖNTŐEN
BEFOLYÁSOLÓ REOXIDÁCIÓS FOLYAMATOK VIZSGÁLATA
ELEKTROKÉMIAI MÓDSZERREL

Bevezetés

Az alumíniumelektrolízis az egyik legenergiaigényesebb fémelőállító technológia. A felhasznált villamosenergia a fémalumínium előállítási költségének 20%-át teszi ki. Ezzel magyarázható, hogy az alumíniumelektrolízis technológiájának fejlesztése során a villamosenergia-szükséglet minimálisra csökkentése mellett az áramhatásfok növelésére törekedtek.

A fajlagos energiafogyasztás (N) az elektrolizáló feszültség (E) és az áramhatásfok (η) függvénye.

$$N = 2,98 \frac{E}{\eta}, \text{ kW/kg Al} \quad (1)$$

Az áramhatásfok csökkenését több tényező is előidézheti: fémveszteségek a kádbélésben, áramvezetés, de döntően a fém anódgáz-okozta oxidációjának tulajdonítható.

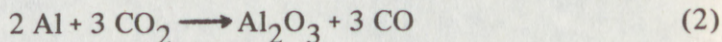
Ezt a reoxidációs folyamatot több tényező befolyásolja:

- a hőmérséklet,
- az áramsűrűség,
- a pólustávolság,
- az elektrolit összetétele,
- a kádkonstrukció.

Ezek közül a hőmérsékletnek és az elektrolit összetételnek a reoxidációs reakció sebességére gyakorolt hatását vizsgáltam.

Irodalmi áttekintés

Az elektrolitban oldott állapotú fémnek az anódgáz általi visszaoxidálása Lynch és Han (3) szerint alapvetően a következő egyenlet szerint játszódik le:



A fém visszaoxidálódása a következő lépésekben megy végbe:

1. A fém reakciója az elektrolittal a fém-elektrolit határfelületén.
 2. A termékek transzportja az elektroliton keresztül.
 3. Katódos termékek oxidációja CO_2 -vel a gáz-elektrolit határfelületén.
- Az 1. és 3. lépések kémiai folyamatok, melyek érzékenyen reagálnak a hőmérsékletben és az aktivitásban beálló változásokra. A 2. lépés fizikai folyamat, mely elsősorban a mozgástól, keveréstől függ. A sebességmeghatározó, leglassabb folyamat a 2. lépés.

Üzemi és laboratóriumi tapasztalatok alátámasztják, hogy a hőmérséklet kismértékű csökkenése is nagymértékű áramhatásfok-növekedést eredményez. Minél kisebb az elektrolit hőmérséklete, annál nagyobb a viszkozitása. Ez nehezíti mind a fém beoldódását az elektrolitba, mind a tömegtranszportot. Tehát a reoxidációs folyamat két lépését is gátolja.

A tímföldtartalom csak 4 tömeg% fölött gyakorol hatást a reoxidációs reakció sebességére. A növekvő tímföldtartalommal csökken a reakció sebessége.

Az elektrolit tulajdonságainak kedvező irányú befolyásolására különböző adalékokat adnak. Közülük az egyik a LiF. Legfontosabb hatása, hogy csökkenti az elektrolit olvadáspontját, és ez lehetővé teszi a fürdő hőmérséklet csökkentését (4). Hátránya, hogy csökkenti a kriolit tímföldoldó képességét, ami iszaposodást okoz az elektrolitban. Ezért a gyakorlatban max. 5% LiF-adalékkal dolgoznak.

A vizsgálati módszer elméleti alapjai

A fém és az elektrolit közötti kölcsönhatás vizsgálatára több módszer áll rendelkezésünkre:

- a hűtött olvadékminta kémiai analízise,
- a gőzfázis termogravimetriás és tömegspektrometriás elemzése,
- krioszkópos vizsgálatok dermedéspontcsökkenés alapján,
- elektrokémiai vizsgálatok polarizációs görbe felvételével.

Az elektrokémiai vizsgálat az egyetlen, amely közvetlen az olvadékból nyeri az információt, ezért ez a többi módszernél lényegesen pontosabb.

A vizsgálat elvét a következőkben ismertetjük:

Elektrolitba merülő elektródon keresztülvezetett áram hatására az elektródon reakció megy végbe. Ennek hatására az elektród potenciálja megváltozik, polarizálódik. Ha az eredetitől különböző anyagok keletkeznek, ez kémiai polarizáció, ha az elektrolitban megváltozik az ionkoncentráció, ez a koncentrációs polarizáció. A kémiai polarizáció sok esetben lényegesen nagyobb, mint a koncentrációs polarizáció, mert az elektród felületén keletkező új anyagok potenciálja jelentősen eltérhet az eredetileg jelenvolt anyagokétól. Ekkor a koncentrációs polarizáció gyakorlatilag elhanyagolható.

Ha növeljük az elektrolizáló feszültséget, az áramerősség egyre lassabban nő, majd függetlenné válik a feszültségtől. Ez a szakasz az ún. határáram. Ennek magyarázata, hogy az áramerősség növekedésével mind jobban csökken az ion koncentrációja az elektród körül, mivel az elektromos erőter hatására létrejövő ionvándorlás folytán kevesebb ion jut az elektródhoz mint amennyi leválik rajta. A csökkenő koncentrációt az oldat belseje felől a diffúzió kompenzálni igyekszik.

Amennyiben a határáramot kizárólag a diffúzió tartja fenn, intenzitása arányos a leváló ion koncentrációjával az oldatban. Tehát a határáram mérése alkalmas a koncentráció meghatározására.

Az alkalmazott vizsgálati módszer

A kísérleteket ellenállásfűtésű kemencében végeztük. A fémet és elektrolitot bórnitrid tégelyben olvasztottuk meg, amely egy acélpohárban állt. A tégely leemelhető tetején két nyílás van az anód, ill. a termoelem számára. Az anód platinából készült, végén 3 mm átmérőjű gömbbel. A termoelem Pt-PtRh volt.

A tégelyben az elektrolit-fémolvadék magasságaránya 3 : 1 volt. Az elektrolit teljesen betöltötte a tégelyt. A korábbi hasonló jellegű kísérletektől eltérően a rendszer teljesen zártnak volt tekinthető, sem CO₂, sem inertgáz bevezetés nem történt.

A pólustávolság 30 mm volt, a feszültség 0–30 Volt között változott, 3 mólarányú grönlandi kriolitot használtunk (1. ábra).

A tégelyt lezáró tetőt az elektrolit megolvadása után helyeztük el, ügyelve a tökéletes zárásra.

A mérés: a feszültség 0,1 voltonkénti változtatása mellett regisztráltuk az áramerősség változását az idő függvényében. Ismerve az egyes feszültségfokokhoz tartozó áramerősség értékeket, meg lehet rajzolni a polarizációs görbét.

A reoxidációs folyamat reakciósebessége is arányos az áramsűrűséggel. Mivel a kísérletek során az elektródfelület állandó volt, az

$$I = zFr, \quad (3)$$

alapján a polarizációs görbén keletkező határáram nagyságát tekintem a reakciósebesség mértékének.

z – töltésszámváltozás.

F = Faraday állandó, $F = 96500$ C.

r = reakciósebesség, $\text{mól/cm}^2 \text{ s}$.

A mérési eredmények ismertetése

Először a határáram hőmérsékletfüggését vizsgáltam. A kísérletek alátámasztották azt az irodalomból ismert megállapítást, hogy a hőmérséklet növekedésével nő a reoxidációs reakció sebessége. Az elektrolit hőmérsékletnövelése mellett a határáram nagyságának lineáris növekedését tapasztaltam (3. ábra).

A 4. ábrán látható mérési eredmények alapján bebizonyosodott, hogy a tímföldkoncentráció növekedése csökkenti a reoxidációs reakció sebességét. Ennek oka, hogy az alumínium oldhatósága az elektrolitban a növekvő Al_2O_3 -tartalommal csökken. A túlzott koncentrációnövelés azonban nem lehetséges, mert az elektrolitban iszaposodást okoz.

Az adalékok hatását 2% LiF-tartalom, 2 és 4% tímföldtartalom mellett vizsgáltam. A likviduszhőmérsékletet a LiF-adalék 20°C -kal csökkentette. Mivel a munkahőmérséklet minden kísérleti beállításnál azonos volt, nőtt a túlhevülés mértéke, ami növelte a reoxidációs reakció sebességét. Ha a likviduszhőmérséklet csökkenését a munkahőmérséklet csökkenése követi, ez magával hozza a reakciósebesség csökkenését.

A reakciósebesség csökkenése a tímföldkoncentráció növekedésével LiF-adalék jelenlétében jóval kisebb mértékű, mint adalék nélkül. Ennek oka, hogy a LiF csökkenti a kriolit tímföldoldó képességét és a tímföldoldódás sebességét. Ez a reoxidációs reakció sebességnövekedésének kedvez (5. ábra).

A kísérleti elektrolízis hatásfokát (7) alapján a következő tapasztalati képlet segítségével határozhatjuk meg:

$$r = 1,366 \cdot 10^{-4} A_{\text{Al}} V_1^{0,83} C_{\text{Al}}^{-0,17} \quad (4)$$

ahol

r – a reoxidációs folyamat sebessége, $\text{mól/cm}^2 \text{ s}$.

A_{Al} – a fémalumínium felülete, cm^2/cm^3 .

V_1 – az elektrolit és az alumínium mozgásának sebességkülönbsége, cm/s .

1 — pólustávolság, cm.

C^*_{Al} — az alumínium egyensúlyi koncentrációja az elektrolitban, mól/cm^3 .

Ennek felhasználásával a hatásfok meghatározása az

$$\eta = \left(1 - \frac{r}{r_0}\right) \cdot 100, \% \quad (5)$$

összefüggés alapján végezhető, ahol

r_0 — az összes leválasztott fém mennyisége
100%-os hatásfok esetén, $\text{mól/cm}^2 \text{ h}$.

amit meghatározhatunk, ha ismerjük az elektrolízis során a rendszeresen áthaladó árammennyiséget.

A kísérleti elektrolízis hatásfoka tehát:

$$\eta = 96,71 - 97,89\% \text{ között változott.}$$

A hatásfok nagynak tűnő értéke abból adódik, hogy a rendszer teljesen zárt-
nak volt tekinthető. Gázbevezetés nem történt. Ezt figyelembevéve reális-
nak tartom a számított értéket.

Összefoglalás

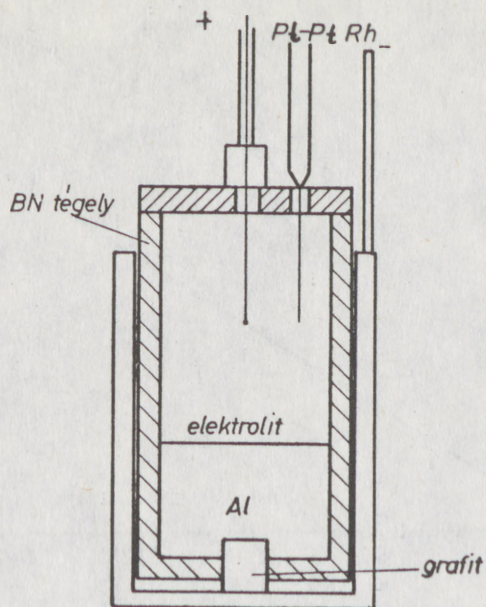
A kidolgozott kísérleti módszerrel kapott mérési eredmények a módszer-
beli eltérések ellenére jó összhangban vannak a nemzetközi szakirodalom-
ban található adatokkal. A mérési eredmények igazolták az elektrolit-hő-
mérséklet, a tímföldkoncentráció és az adalékok meghatározó szerepét az
áramhatásfok javításában.

Mivel a hőmérséklet növelésével nő a reoxidációs reakció sebessége, ezért
az áramhatásfok csökkenésének a minél kisebb elektrolithőmérséklet ked-
vez. Ugyancsak kedvező a hatása az áramhatásfoknövelés szempontjából
a tímföldkoncentráció és LiF-adalék növekedésének. Ennek a növekedés-
nek az izapodás szab határt.

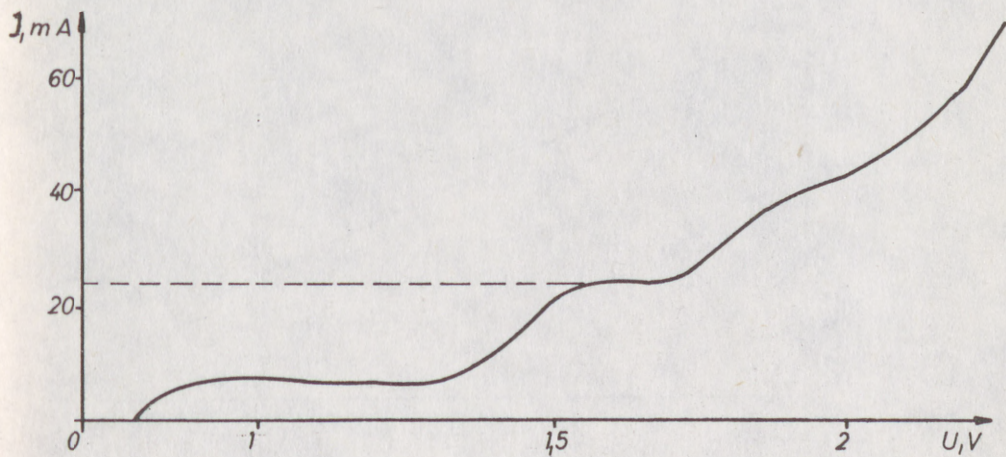
Irodalom

- [1] Szekér Gyula: Az áramhatásfok kutatása az alumíniumelektrolízis-
nél. Kohászati Lapok 86 (1954)
- [2] Dr. Horváth János: Physical Chemistry and Practice of Aluminium
Electrolysis ALUTERV-FKI Budapest, 1984.
- [3] Lynch, D. C., Han, M. K.: Influence of A_2O_3 on the Reoxidation
of Aluminium in Molten Cryolite.
Metallurgical Transactions B. Process Technology 128 (1981)

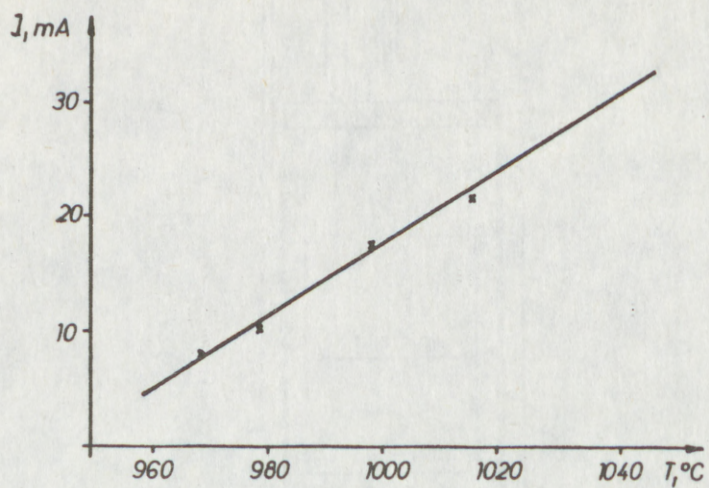
- [⁴] Wendt, G.: Betriebserfahrungen mit Lithiumfluoridhaltigen Elektrolyten bei der Aluminium-Schmelzfluss-Elektrolyse. *Erzmetall* 23 (1970). 10.
- [⁵] Berecz Endre: *Fizikai kémia*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1980.
- [⁶] Erdey Grúz Tibor: *Elektródfolyamatok kinetikája*. Budapest, 1969.
- [⁷] Lillebuen, B. – Ytterdahl, S. – Hageen, R. – Paulsen, K.: Current Efficiency and Pack Reaction in Aluminium Electrolysis *Electrochimica Acta* Vol 25. 1980.



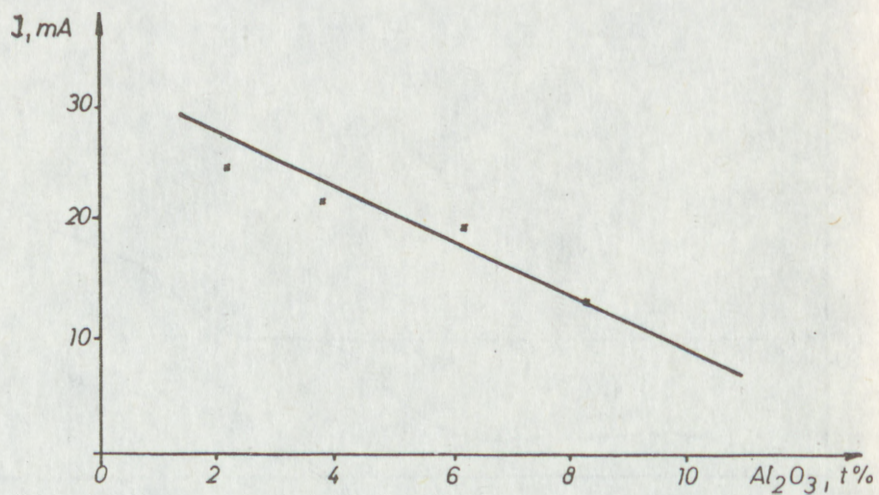
1. ábra: Kísérleti berendezés vázlata



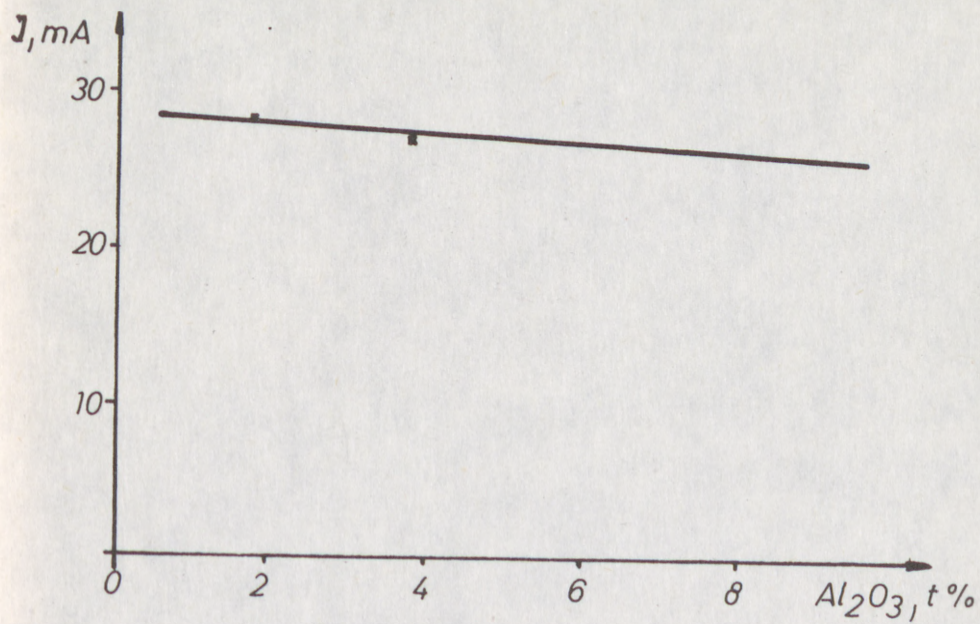
2. ábra: 2% Al_2O_3 -tartalomhoz tartozó polarizációs görbe



3. ábra: A határáram hőmérsékletfüggése



4. ábra: A határáram változása a tímfdldkoncentrációval



5. ábra: A határáram változása a tímföldkoncentrációval
LiF-adalék hatására

KISS

K

1. Beve

A m

öntő

tiszt

ben

sáva

a kó

zák

nak

Azo

jóval

dolgo

- a

F

- a

t

m

- r

- a

Enne

felad

KISS FERENC – PAKSA RUDOLF

**KOMPLEX FÉMKIKÉSZÍTÉS AZ AJKAI KÖNNYŰFÉMÖNTÖDE
KETTŐS KEMENCERENDSZERÉBEN**

1. Bevezetés

A minőségi követelmények egyre szigorúbb növekedése az alumínium-öntödékben a fémkezelési eljárások fejlesztését és eredményesebb fém-tisztítási műveletek kidolgozását igényli. Az ajkai könnyűfémöntödében ennek az igénynek komplex fémkikészítési technológia alkalmazásával próbálunk eleget tenni. Az alumíniumöntödék vagy közvetlenül a kohó elektrolízis-üzeméből származó folyékony primér fémeket dolgozzák fel, vagy újraolvasztott fémmel dolgoznak. Ajkán kohófémeket dolgoznak fel.

Azok az öntödék, amelyek újraolvasztott fémmel dolgoznak (pl. Köfém) jóval kedvezőbb helyzetben vannak, mint a közvetlenül primér fémmel dolgozók, mert:

- az öntöde termelési ütemére nem hat kényszerítő erővel a kohó csapolási üteme,
 - az egyszer már öntött, újraolvasztott fém jóval kevesebb szennyezőt tartalmaz, mint a primér fém (pl. Ajkán a kohófém 10-szer annyi nátriumot tartalmaz, mint a Köfém-ben újraolvasztott fém),
 - rövidebb fémkezelési időre van szükség,
 - a fém minősége nem függvénye a kohókádak minőségi állapotának.
- Ennek megfelelően a primér fémmel dolgozó öntödékben a következő feladatok várnak megoldásra:

- kis szennyezőtartalom eléréséhez hosszabb fémkezelési időt kell biztosítani,
- összetettebb és eredményesebb fémtisztítási technológiát kell kidolgozni,
- a szükséges fémtisztítási idő biztosítására megfelelő kemencekapacitást kell létrehozni.

Ezeket a követelményeket az ajkai könnyűfémöntődében komplex fémtisztító eljárás megvalósításával és kettős kemencerendszer alkalmazásával valósítjuk meg.

2. A komplex fémtisztítás ismertetése

A kettős kemencerendszer gyűjtő-pihentető és öntökemencéből áll, a két kemencét áteresztő csatorna köti össze. Az olvadt fémet a gyűjtőkemencébe csapolják (adagolják) ahol a fém tisztítása, gáztalanítása, pihentetése, salakozása, ötvözése – tulajdonképpen a fémkikészítés döntő fázisa lejátsszódik.

Fémkikészítésen tulajdonképpen azokat a fémkezelési, tisztítási műveleteket értjük, amelyet a megfelelő minőség elérése érdekében a fém beadagolásától az öntésig végeznek a fémmel. A hagyományos fémtisztító eljárások általában a következők:

- Fémtisztítás, fémkezelősóval.
- Fémtisztítás, gázzal
- Fémtisztítás szűréssel.

Ajkán mindhárom fémtisztító eljárás egyidejű alkalmazásával valósítjuk meg a komplex fémtisztítást, ami a következő technológiai műveletekből áll (1. ábra):

- | | |
|--|---------------------------------|
| 1. Adagolás. | 9. Fémtisztítás fémkezelősóval. |
| 2. Salakozás. | 10. Salakozás. |
| 3. Hexaklóretánpor befúvatása nitrogénnel. | 11. Ötvözés korrekciója. |
| 4. Pihentetés. | 12. Keverés |
| 5. Salakozás. | 13. Szűrés. |
| 6. Ötvözés. | 14. Huzalos szemcsefinomítás. |
| 7. Keverés. | 15. Öntés. |
| 8. Áteresztés. | |

2.1.1 Adagolás

A primér fémet 1 tonnás csapolótégelyekkel adagoljuk be a 10 tonna befogadóképességű, földgáztüzelésű gyűjtőkemencébe. Az ada-

golási idő 1–1,5 óra, attól függően, hogy az elektrolízis-üzem melyik csarnokából, ill. melyik soráról csapolnak.

Célszerű lenne már a csapolótégelyben elkezdni a fémtisztítást – megfelelő kezelőszóval –, de ez a jelen körülmények között nem megoldható, mivel az adagolási idő erősen megnövekedne.

2.1.2 Aktív fémtisztítás hexaklóretánporral

Csapolás befejezése után a folyékony fémet lesalakozzák, majd aktív fémtisztítás következik hexaklóretánpor nitrogéngázos befúvatásával. Ennek a fémtisztításnak a hatása kettős. Egyrészt gáztalanít, másrészt csökkenti a szennyezőtartalmat (főleg a nátriumot). A kohófém kezelése közben a szennyezők változását a 2. ábra mutatja. Az aktív gáztalanítást úgy végezzük, hogy porbefúvó lándzsát dugunk a fürdőbe, és a lándzsán keresztül juttatjuk be a hexaklóretánport nitrogéngáz segítségével. A kezelés időtartama a kezdeti gáztartalomtól függően 10–15 perc. A hexaklóretánpor mennyisége 1–1,5 kg/t. A gáztalanítás alatt a fémhőmérséklet kb. 20–50°C-kal csökken. A megengedett max. gáztartalom: 0,12 cm³/100 g Al. A hexaklóretánpor – mint klórhordozó ágens – az alumíniumfürdőben részben fizikai, részben kémiai hatást fejt ki. A folyékony alumíniumon átáramló klór egy része közvetlenül reagál a fém szennyezőivel (pl. hidrogén, nátrium), a másik része az alumíniummal reagálva, AlCl₃-gőzként távozik a fürdőből. Az AlCl₃ gőz igen finom, apró buborékok formájában halad felfelé, egyrészt magával ragadja a különböző nemfémes zárványokat, másrészt flotáló hatást fejt ki a fémbe oldott hidrogénre. A nitrogéngáz elsődleges szerepe a hexaklóretánpor lassú, finomeloszlású bevitele a fürdőbe. Másodlagos szerepe pedig, hogy keveredést elősegítő gázként szintén résztvesz a gáztalanításban.

2.1.3 Pihentetés

Az aktív gáztalanítás után következik a fém pihentetése, amely tulajdonképpen maga is gáztalanító művelet. Ez a művelet azt a jelentőséget használja ki, hogy a nehezebb alkotók (pl. karbidok) lesüllyednek, a könnyebbek (pl. oxidok) pedig a felszínre úsznak.

A koncentrációkülönbség további részecskéket hajt a határrétegbe. Pihentetéssel csak az egyensúlyi gáztartalmat meghaladó hidrogén mennyisége távolítható el. Az alumínium gáztartalmának változását az idő függvényében és az alumínium hidrogénoldó képességét a hőmérséklet függvényében a 3. ábra mutatja be. Gyakorlat-

ban a pihentetés idő-lefutása a hőmérséklettől, a fürdőmélységtől és az alumínium egyéb fémes és nemfémes szennyezőitől függ. Pihentetés alatt a fémfürdő felületének többszöri lesalakozása célszerű. Erre azért van szükség, mert a fürdő felületén oxidréteg alakul ki, amely a gáztalanodást – diffúziós folyamat – erősen lelassítja.

A pihentetéses gáztalanításnak a hátránya, hogy a hőntartásnak nagy az energiaigénye, másrészt lassú, mert a folyamat diffúzióval megy végbe. Ezért ezt a műveletet önmagában ritkán alkalmazzák, viszont mindenfajta fémkezelési eljárást⁶ célszerű pihentetéssel kiegészíteni, azaz a fémkezelés után a másodlagos szennyezők különválására időt biztosítani. Az ajkai könnyűfémöntődében a pihentetéses fémtisztítást a gázöblítéses fémtisztítással összekapcsoljuk, ezáltal jelentős fémtisztítás érhető el. A kohófém igen nagy gáztartalma tehát az előírt érték alá csökkenthető.

2.1.4 Ötvözés

Pihentetés után a salakozás, majd az ötvözés következik. A vasat, a szilíciumot, a mangánt és a rezet előötvözet formájában, a magnéziumot pedig tiszta állapotban juttatjuk a fémbe. A megfelelően megkevert fémből ezután mintát veszünk, amelyet röntgen-spektrométerrel elemzünk meg. A durva ötvözetbeállítást a gyűjtőkemencében végezzük.

2.1.5 Fémtisztítás fémkezelősóval

A gyűjtőkemencéből a fém átérésztőcsatornán át jut az öntőkemencébe, ahol sókezeléses tisztításnak vetjük alá.

Fémkezelősóként Aluflux EV-t használunk, melynek kettős hatása van. Egyrészt a fürdő felületén lévő finom eloszlású oxidokat oldja, másrészt exoterm hatása révén a salakban lévő alumínium egy részének elégetésével növeli a salak hőmérsékletét, ezáltal csökken a benne lévő alumíniumcseppek felületi feszültsége, és kicsoroghat a salakból. Sózás után a fürdőt lesalakozzuk, majd az ötvözés korrekcióját elvégezzük. Amennyiben mind a vegyi összetétel, mind a gáztartalom megfelel az előírásoknak, kezdődhet az öntés.

2.1.6 Szűrés üvegszövettel

A fémolvadék üvegszöveten és kerámiaszűrőn keresztül jut az öntőgépre. Az öntőcsatornában, ami nagyobb szennyeződéseket (pl. salakcsomók, falazatdarabok) kiszűri a kerámiaszűrő elé helyezük.

2.1.7 Szűrés kötöttzemcsés kerámiaszűrővel

A fémkikészítés utolsó, de egyik legjelentősebb fázisa a porózus kerámiaszűrővel végzett fémszűrés, amelyre aktualitása miatt részletesebben kitérek. Korábban mindenütt – beleértve hazánkat – kerámia habszűrőt használtak, melyet szálal poliuretánhab felhasználásával állítottak elő.

A kerámiaszűrő használata sok hátránnyal jár:

- Minősége erősen függ a rendelkezésre álló poliuretánhab minőségétől.
- A szűrőt minden öntés után ki kell cserélni, a fémet le kell engedni, és az új betétet legalább 700°C-ra elő kell melegíteni (idő- és energiaveszteség).
- A megfelelő szűrőhatás csak az ún. szűrőlepeny kialakulása után jön létre.

Az utóbbi időben a kötöttzemcsés fémszűrők kezdenek elterjedni. Ezek osztályozott korund- vagy SiC-szemcsékből állnak. A szemcsék között kerámikus kötés van, amit kötőanyag hozzákeverésével és a szűrőbetét kiégetésével hoznak létre. A kötöttzemcsés szűrő legkülönbözőbb alakúra és méretűre készíthető ugyanúgy, mint a korábban ismert szűrők.

Kötöttzemcsés szűrő előnyei:

- Oszályozott szemcsék felhasználásával a szűrőhatás és a fémátteresztőképesség pontosan szabályozható.
- Nem felületi szűrőként, hanem ún. mélységi szűrőként működik, a szennyeződés nem a szűrő felületi nyílásain akad fenn – elzárva azt –, hanem a zegzúgos labirintusban tapad meg, ezért az elzáródás később következik be, vagyis több szennyeződés kiszűrésére képes.
- Gáz (pl. N₂) visszafúvatásával a szennyeződések fellazíthatók, ezáltal a szűrő regenerálható.

A szűrőbetét felületének növelése és a gázvisszafúvatás megkönnyítése érdekében a Motim-mal közösen újszerű szűrőbetétet fejlesztünk. Szabványos méretű szűrőlapon négy furatot képeztünk ki, és mindegyikre egyik oldalon nyitott hengert helyeztünk. A saját tervezésű és gyártású szűrő-hőntartó kemence tűzálló téglafalazatból, döngölt szűrőtartó ülékből és zárógátból áll. A kemencét a leemelhető fedélben elhelyezett új típusú, zártrendszerű, földgázéggővel fűtjük. A kemence befogadóképessége kb. 500 kg. Magyarországon a szűrőbetét regenerálása és többszöri felhasználása elsőként az üzemünkben valósult meg.

A kötött szemcsés kerámiaszűrő alkalmazásának előnyei:

- A szűrőbetétet csak először kell előmelegíteni.
- Az öntés befejezése után a szűrő a fém tisztaságától függően 20–40-szer regenerálható (kb. 200–400 t).
- A következő öntés megkezdésekor a szűrőhatás azonnal teljes mértékű.
- Kevesebb a maradék és a szűrőbetéttel kidobott fém.
- Az 1 tonna fémre jutó szűrési költség kb. fele akkora mint a habszűrő alkalmazásakor.

A szűrőbetét a kemencefedél leemelése után speciális fogóval cserélhető. A szűrőcsere időigénye kb. 1/2 óra, előmelegítése 2 óra, tehát termelés kiesést nem okoz.

Az eddigi, még be nem fejezett kísérletek alapján az új-típusú szűrő a fém Na-tartalmát 50–55%-kal, gáztartalmát 15–20%-kal csökkenti (l. 2. ábra). Az oxigén tartalom a szűrés hatására nem változik, de a szűrt fémekben kb. 5–6 (0–4%). Valószínűsíthető, hogy szűréssel a Ca- és C-tartalom is jelentősen csökken. Erre abból következtetünk, hogy szűretlen fém öntésekor a kifolyócső falán több mm vastagságú Na-, Ca- és C-tartalmú lerakódás keletkezik, ami a fém szűrése esetén elmarad. A kiszűrhető zárványok nagysága és a fém átteresztőképessége az alkalmazott szűrő szemcse-nagyságától függ (4. ábra).

2.1.8 Szemcsefinomítás

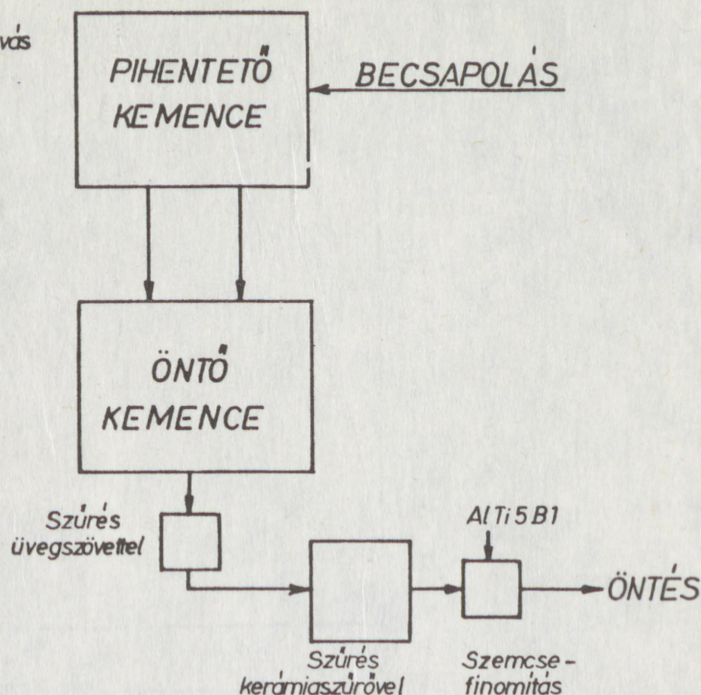
A szemcsefinomítást a szűrő után az öntőcsatornában folyamatos szemcsefinomító huzal (AlTi5B1) folyamatos adagolásával végezzük.

Természetesen sok még a megoldásra váró feladat. Az egyre növekvő minőségi követelmények miatt a fémkikészítési módszerek állandó fejlesztése szükséges, melyet az ajkai könnyűfémöntésben is fontos célként tűztünk ki.

- salakozás
- hexaklóretán porbefűvés
- pihentetés
- salakozás
- ötvözés
- keverés

- fémátersztés

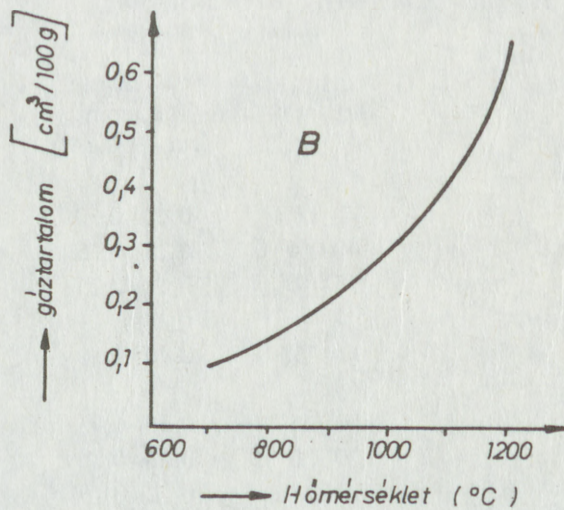
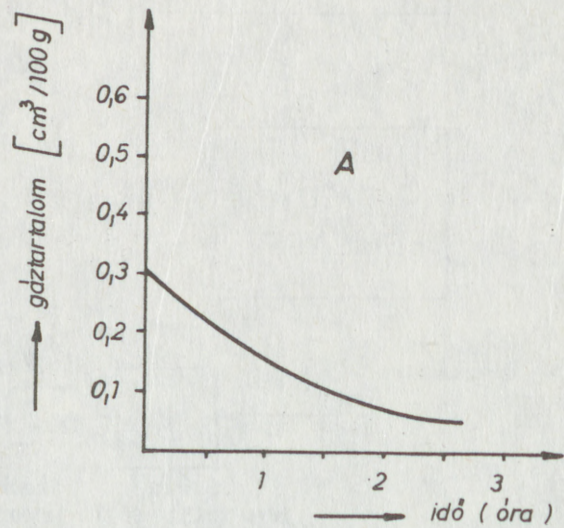
- fémkezelés sóval
- salakozás
- ötvözési korrekció
- keverés



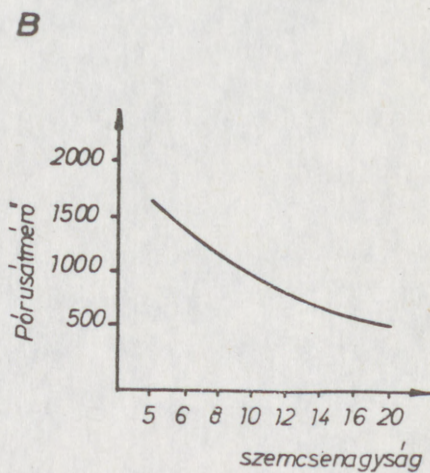
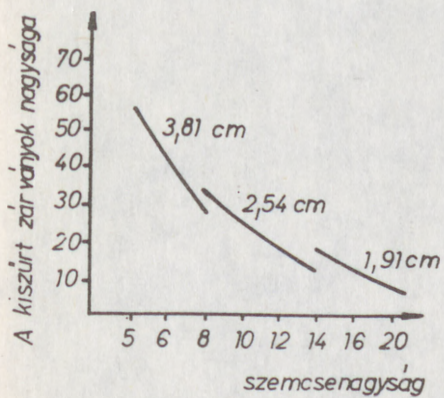
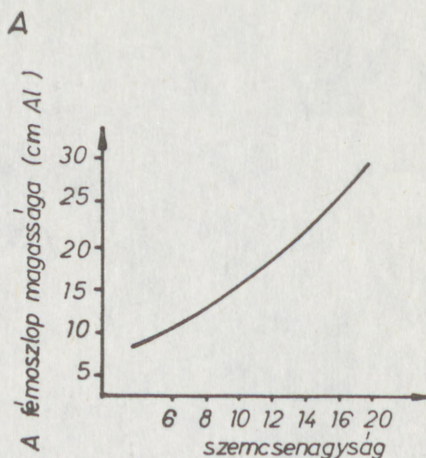
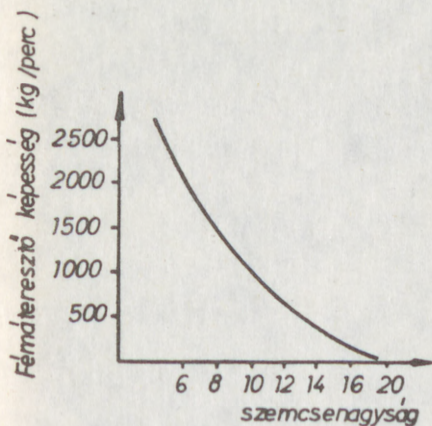
1. ábra: Komplex fémkészítés sémája

	Nátrium-tartalom ($10^{-4}\%$)	Gáz-tartalom ($\text{cm}^3/100 \text{ gAl}$)	Oxigén-tartalom ($10^{-4}\%$)
Fémkezelés nélkül:			
Csapolótégely	100–160	0,40–0,50	12–15
Pihentető kemence	40–60	0,25–0,35	8–9
Öntő kemence	25–40	0,18–0,25	7–8
Hexaklóretános kezeléssel:			
Csapolótégely	100–160	0,40–0,50	12–15
Pihentető kemence			
kezelés előtt	50–65	0,35–0,45	8–9
kezelés után	20–30	0,20–0,25	7–8
Öntő kemence	10–15	0,12–0,15	6–7
Fémszűréssel:			
öntőcsatorna	3–8	0,08–0,12	6–7

2. ábra: Szennyezők változása a kohófém feldolgozása során



3. ábra: Az alumínium gáztartalmának változása az idő (A) és az alumínium hidrogénoldó képességének változása a hőmérséklet (B) függvényében.



4. ábra: A kötöttzemcsés kerámiaszűrő fémáteresztő képessége (A) és a kiszűrhető zárványok mérete (B) a szűrő szemcseméretnek függvényében.

VEISZ

ELE

Az Aj
ebből
berend
munka
önböz

ő hen

A 3

vábbi 7

A rends

1. Tímf

kig t

2. A k

káda

3. Az e

. Tímf

A tír

zár r

tatju

(1. á

építv

föld

nőség

VEISZ GYÖRGY – HORVÁTH BÉLA

ELEKTROLIZÁLÓ KÁDAK AUTOMATIKUS TÍMFÖLDADAGOLÁSA ÉS KÉREGTÖRÉSE

Az Ajkai Alumíniumkohóban jelenleg 152 db elektrolizáló kád üzemel, ebből 10 kádon van felszerelve automatikus kéregtörő és tímföldadagoló berendezés. 1984-ben kezdtük a kísérleteket, először csak 3 káddal. Sok munka- és energia-ráfordításával jutottunk el a mai állapotokig. Nyolc különböző adagolót próbáltunk ki, míg végül kialakult a jelenlegi. A kéregtörő hengerek elhelyezésén, felfogásán is jelentősen változtatnunk kellett.

A 3 kád üzemi tapasztalatai alapján az idén kiépítettük a rendszert további 7 kádra. 1987 szeptemberétől 10 kádas rendszer üzemel.

A rendszer három fő csoportra osztható:

1. Tímföldszállító berendezés, mely a tímföldsilótól az elektrolizáló kádig terjedő szakasz.
2. A kéregtörő és a tímföldadagoló berendezés, melyek az elektrolizáló kádakra vannak felszerelve.
3. Az egész rendszer automatikus vezérlése.

1. Tímföldszállító berendezés

A tímföldsiló alá úgynevezett indító tartály van telepítve, melyet harangzár nyitásával tölthetünk meg. A préslevegő nyomásának segítségével juttatjuk el a tímföldet a csővezetékeken keresztül az elektrolizáló kádakig (1. ábra). A kádak felett a csővezetékben leválasztó idomok vannak beépítve. Ezzel választják le, juttatják a tímföldet a napi tartályokba. A tímföldszállító berendezés (karbantartási oldalát) vizsgálva a megfelelő minőségű, ill. pontosabban a megfelelő rézsűszögű tímföld használata a leg-

fontosabb. Bebizonyosodott, hogy a szállító és adagoló berendezés csak 30–35°C-os rézsűszöggel rendelkező tímfölddel üzemeltethető.

Szintén bebizonyosodott, hogy minimum 4 bar nyomású száraz levegő szükséges a szállító és adagoló berendezés üzemeltetéséhez. Az ajkai kóhó gyenge és vizes préslevegője miatt nagyon sok gondunk volt a tímföldszállító és adagoló berendezéssel. A préslevegő előkészítésére, szűrésére, csepleválasztására, helyenkénti olajozására nagy gondot fordítottunk. Főleg ennek köszönhető az elért eredményünk.

A tímföldsiló és az indító tartály közti harangzárát pneumatikus munkahengerek nyitják és zárják. A hengereket elektropneumatikus szelepek vezérlik. A rendszer üzembiztosnak tekinthető, a kísérleti időszak alatt nem voltak vele problémák.

Az indító tartály esetében az eddigi tapasztalatok alapján havonta kell a tartály alján lévő nemezsövetet és sűrű szövésű dróthálót cserélnünk, mert eltömődik és tönkre megy. Amíg nem volt levegőelőmelegítő egységünk, még gyakrabban kellett a tartályt javítanunk. Ekkor ugyanis valóságos tímföldcsár keletkezett a tartály alján. Megoldottuk a préslevegőben lévő víz részleges leválasztását és a levegő előmelegítését. Azóta lényegesen kedvezőbb a helyzet, de ennek ellenére a tartály havi TMK-ját elvesszük.

A szállító rendszer beüzemelése során az is gyakran előfordult, hogy a szállítócsőben a tímföld eldugult. Ez a préslevegő nedvességtartalma miatt következett be. A szállítócső könnyebb tisztítása érdekében segéd préslevegő-csonkokat szereltünk fel. Figyelmünk a megelőzésre irányult, ez tette szükségessé a levegőelőmelegítő egység beépítését. Az elmúlt három-négy hónapban gyakorlatilag nem volt probléma a töltéssel, dugulás nem fordult elő. Napi 8 töltést figyelembe véve ez egy nagyon jó képet mutat.

2. Elektrolizáló kádra szerelt kéregtörő és tímföldadagoló berendezés

A rendszer megbízható üzemeltetéséhez 4 bar nyomású száraz levegőre van szükség. Ez alapvető feltétel. Jelenleg 10 kád levegőellátását külön erre a célra telepített csavarkompresszorral oldjuk meg. A préslevegőt olajsűrőn és levegőszűrő berendezésen keresztül vezetjük a kádakhoz. Egy elektrolizáló kádra 2, azaz mind a két hosszú oldalra egy-egy gázlyuksűrő és adagoló berendezés van felszerelve. A gázlyuksűrő szarát pneumatikus munkahenger mozgatja. Az adagoló berendezés leválasztó idomból, napi tartályból, két egymás fölé helyezett pillangószelepből, aerációs csatornából és surrantócsőből áll, mely a fürdőbe juttatja a tímföldet. Nyolc különböző típusú adagolót próbáltunk ki, végül a jelenlegi meg-

oldáshoz a két egymás fölé helyezett ISG típusú pillangószelepig jutotunk el. A fő szempont az üzembiztos működésen kívül a kis karbantartási igény és a hosszú élettartam volt.

Mielőtt az adagolót elektrolizáló kádra felszereltük, a pillangószelepet tartóssági próbának vetettük alá. Kiderült, hogy 2 éves időtartamot mindenféle karbantartás vagy javítás nélkül kibír. A tím földadagoló működésének megértéséhez a kéregető, és tím földadagolási ciklust ismertetem:

- A gázlyukszűrő lemegy, és újra feljön eredeti helyzetébe.
- A felső pillangószelep kinyit, a napi tartályból a tím föld ráhull az alsó pillangószelepre, és a két pillangószelep közti tér megtelik. Ez a térfogó határozza meg az adag mennyiségét, ami a mi esetünkben 90 dkg.
- A felső pillangószelep bezár, néhány másodpercre mind a két pillangószelep zárva van.
- Az alsó pillangószelep kinyit, a tím föld behullik az aerációs csatornába.
- Az alsó pillangószelep bezár.
- Az aerációs csatorna préslevegőt kap, a tím földet bejuttatja a kád közepére, és az a surrantócsövön keresztül a fürdőbe kerül.

A kéregető berendezés karbantartási oldalát vizsgálva megemlítem, hogy a törőszárat normál üzemmenet mellett két-három havonta cserélni kell, mert kihegyeződik és kúpossá válik. A megoldást abban látjuk, hogy jó minőségű hőálló anyagokat használunk. Ezzel várhatóan hosszabb élettartamot érhetünk el. Fontos továbbá, hogy a törőszár lehetőleg a legkevesebb ideig tartózkodjon a forró fürdőben.

A tím földadagoló berendezés karbantartási igényét az esetek többségében az aerációs csatorna és a működtető elektropneumatikus szelepek okozták. Mindez pedig a préslevegő nedvességtartalmára vezethető vissza, az aerációs csatorna eltömődött, és a szelepek beragadtak. Amióta javult, a levegő vízleválasztását és szűrését megoldottuk, azóta lényegesen kevesebb probléma fordul elő, a berendezés üzembiztosabb. A 10 kádas rendszer üzembehelyezése óta átlagosan két-három naponta jelentkezik egy-egy kádon probléma, volt azonban már két teljes zavarmentes hét. Az egész automatikus tím földadagolási rendszer karbantartására (a 10 kádas rendszerre) az 1987. szeptember 1-től 2,5 hónapon át terjedő időszakra statisztikát állítottunk össze (1. táblázat). A statisztikai kimutató szerint a meghibásodás legtöbbször az elektrolizáló kádon lévő levegőrendszerben következett be. Látható továbbá, hogy az aerációs csatorna üzembiztonsága szintén növelendő.

A megoldás elsősorban a préslevegő további tisztításában látjuk. A célunk az, hogy a rendszer üzembiztonságát tovább növeljük és egyúttal a karban-

tartási igényét a lehető legminimálisabbra csökkentjük.

A tímföldszállító, kéregtörő és adagoló berendezések gépészeti karbantartásával, ellenőrzésével jelenleg két fő üzemfenntartó lakatos foglalkozik. Ha a rendszert 19 kádra kiterjesztjük, ez a létszám várhatóan növekedik. Eddigi eredményeink és technológiai tapasztalataink feljogosítanak arra, hogy a rendszert újabb 9 kádra kiterjesszük. Ekkor már 19 kádon üzemel majd az automatikus kéregtörő és adagoló berendezés. Véleményünk szerint a 19 kád üzemi tapasztalatai alapján az automatikus kéregtörő és adagoló rendszer esetleges üzemeléséről már döntés hozható.

A tímföldkoncentráció szabályozása az automatikus tímföldadagolás alkalmazásával

A kád normál üzemvitele esetén a tímföldkoncentráció csúcserőke röviddel a kádkezelés után jelentkezik, és a következő tímföldadagolás idejéig egyenletes mértékben csökken (2. ábra). Ennek a koncentráció-változásnak a szélső értékei az üzemeltetési stratégiától függenek, és manapság a fejlett folyamatszabályozási technológiák következtében $\pm 1\%$ között tartható. A teljes intervallum azonban az anódeffektust kiváltó koncentráció által meghatározott alsó értéktől (ami kb. 2%) az oldhatósági telítettség által megszabott felső határig változhat. Ez utóbbi a kád üzemi hőmérsékletének és az elektrolit összetételének a függvénye, általában azonban 8% körüli érték. Az alumíniumelektrolízis energiaszükségletében döntő fontosságú a kádfeszültség nagysága. A kádfeszültséget ($U_{\text{kád}}$) két fő összetevő határozza meg:

- A bomlásfeszültség, beleértve az elektródfelületek polarizációját (U_b)
- A kád különböző szerkezeti elemeinek feszültségese.

A kád szerkezeti elemei közül az anód-, katód-, és a sinezés feszültsége a kád konstrukciója által meghatározott. Egyedül az elektrolit feszültségese (U_e) befolyásolható. Állandó pólustávolságon az elektrolit feszültségese az összetételtől és a hőmérséklettől függ, közülük a tímföldkoncentráció hatását emeljük ki (3. ábra). Az ábrán látható, hogy a tímföldkoncentráció csökkenésével az elektrolit feszültségese is csökken. A bomlásfeszültség mindaddig nem sokat változik, amíg a tímföldkoncentráció az alsó határát meg nem közelíti. Ennél kisebb tímföldkoncentráció elérése után a bomlásfeszültség hirtelen megnövekszik.

A hatások szuperponálása az eredő kádfeszültséget a tímföldkoncentráció függvényében adja meg. Világosan látható, hogy a kádfeszültség minimális értéken tartásához a tímföldkoncentráció szabályozása kívánatos. Mivel a tímföldkoncentrációnak igen kicsi a hatása az áramhatásfokra, ezért a minimális kádfeszültséget biztosító érték felé célszerű szabályozni. Ezt

azonban a hagyományos kádkezelési módszerekkel nem érhetjük el. A gyakori, kis mennyiségű tímföldadagolás módszerét az automatikus tímföldadagolási rendszerek megjelenése tette lehetővé. Ez a következő előnyökkel jár:

- A tímföldkoncentráció állandóbb, kevesebbet ingadozik.
- Kisebb mértékű változások figyelhetők meg a kádfeszültségben.
- Kisebb a lehetőség a túladagolásra és ezáltal az iszapképződésre.
- Kevesebb, ill. jobban kézben tartott anódeffektus következik be.
- Stabilabb az oldalfagyás és a fürdő magassága.
- Lényegesen csökkenthető a közvetlen munkaerő felhasználás, és a munkakörülmények javulnak.

Az automatikus tímföldadagolással kapcsolatba hozható hátrányok a következők:

- A tímföld kevésbé melegszik elő.
- Megnö a tímföld porzási vesztesége.
- Lényegesen megnő a karbantartási szükséglet.
- Csak száraz, víztelenített sűrített levegővel működtethetők biztonságosan a berendezések.

A 3. ábra jól mutatja, hogy viszonylag lapos minimum észlelhető a 3,5–4% koncentráció-tartományban, majd a kádfeszültség igen gyorsan növekszik a kisebb, és lassabban a nagyobb koncentráció irányában. Ennek megfelelően a jó érzékenység elérése akkor biztosított, ha a tímföldkoncentráció szabályozását a kisebb koncentráció értékénél valósítjuk meg úgy, hogy az effektus határt ne érjük el. A szabályozásnak az alapja az a felismerés, hogy a kádfeszültség, ill. a kádellenállás – ebben a koncentráció-tartományban – jól meghatározható, ill. mérhető. A mért ellenállás függvényében a beadagolt tímföldmennyiségét változtatjuk. Ezzel elérhető, hogy a kádfeszültség, ill. a kádellenállás, valamint a tímföldkoncentráció szűk határok között állandó értéken tartható.

A tímföldkoncentráció szabályozásának ajkai eredményei az automatikus tímföldadagolás alkalmazásával.

Az elmúlt időszakban az Aluterv-FKI-val közösen kidolgoztuk az elektrolizáló kádak állapotához rendelt tímföldadagolási algoritmus számítógépes programját. Ez a program a C 128-as gépre alapozott mérésadatgyűjtő rendszer vezérlő programjának tekinthető.

A program lényegében az ellenállás-változási trend, ill. az ellenállás idő szerinti deriváltjának változása alapján meghatározza a tímföldadagolás sebességét, és javaslatot tesz a megfelelő ütem alkalmazására.

A tímföldadagolási ütemeket PLC berendezésen állítottuk be, melyek

a következők (2. táblázat): A 2-es ütemet gépészeti okok miatt max. 10 per-
cig, a 3-as ütemet technológiai és részben gépészeti okok miatt max. 30 per-
cig üzemeltettük. Az 5-ös ütemet a 2-es ütem után a 4-es ütem helyett al-
kalmazzuk.

A 4. ábrán a kádellenállás elméleti időfüggvényét és az ellenállás derivált-
jának időfüggvényét mutatjuk be. A program a szűrt ellenállásérték, a szűrt-
derivált ellenállásérték, az alapjel és a korlátok alapján tesz javaslatot az
ütemszám beállítására, mellyel elérhető, hogy az optimális üzemvitel kis
tímföldkoncentrációhoz tartozó ellenállásnövekedési szakaszon valósítható
meg.

A programmal többször végeztünk folyamatos üzemi kísérleteket, és több
napon keresztül effektmentes állapotot értünk el. Az 5. ábrán ellenállás-
idő görbéket mutatunk be, melyeken az adagolási ütemeket is feltüntettük.
A program a nem várt eseményekre is reagál pl.:

- A 3-as ütem után a feltételek vizsgálatakor 2-es ütemet kellene neki ja-
vasolni, ilyenkor megkérdezi „Van tímföld?” Ez azért történik, mert a
derivált-szűrt ellenállás nagyobb a megadott korlátnál, s ez a 3-as ütem
(80%-os túladagolás) mellett úgy képzelhető el, ha nem a kívánt mennyi-
ségű tímföld jut az elektrolitba.
- Ha a legutolsó 10 üzenetben legalább háromszor 2-es, ill. 3-as lett beállít-
va, akkor megkérdezi, hogy „Jó ez az alapjel?”. Erre azért van szükség,
mert ha a többszöri túladagolás ellenére sem állt helyre a kád normál
üzeme – az ellenállás értéke nem közelítette meg az alapjelet – azon mó-
dosítani kell, esetleg anódot kell szabályozni. Természetesen a program
alkalmazásával nem tudjuk az összes nem kívánt anódeffektust megelőz-
ni, mivel nem minden anódeffektus „viselkedik” az elméleti megfontolá-
soknak megfelelően. Ilyen effekteket mutatunk be az 6. ábrán.

Az Ajkai Alumíniumkohóban 1987. szeptemberétől már 10 kádon műkö-
dik automatikus tímföldadagolás. A tímföldadagolás gépi berendezéseinek
ciklikus sorrendi vezérlését már a kádszabályozó végzi. Az egyes adagolási
ütemekhez tartozó pointer mozgatása a brigádtermináltól kézi beállítással
történik. Jelenleg van folyamatban a brigádterminál és a C 64, ill. adatgyűj-
tő adatátviteli kapcsolatának kidolgozása. Ugyancsak foglalkozunk az anód-
szabályozás és az automatikus tímföldadagolás összekapcsolásával is.

1. táblázat

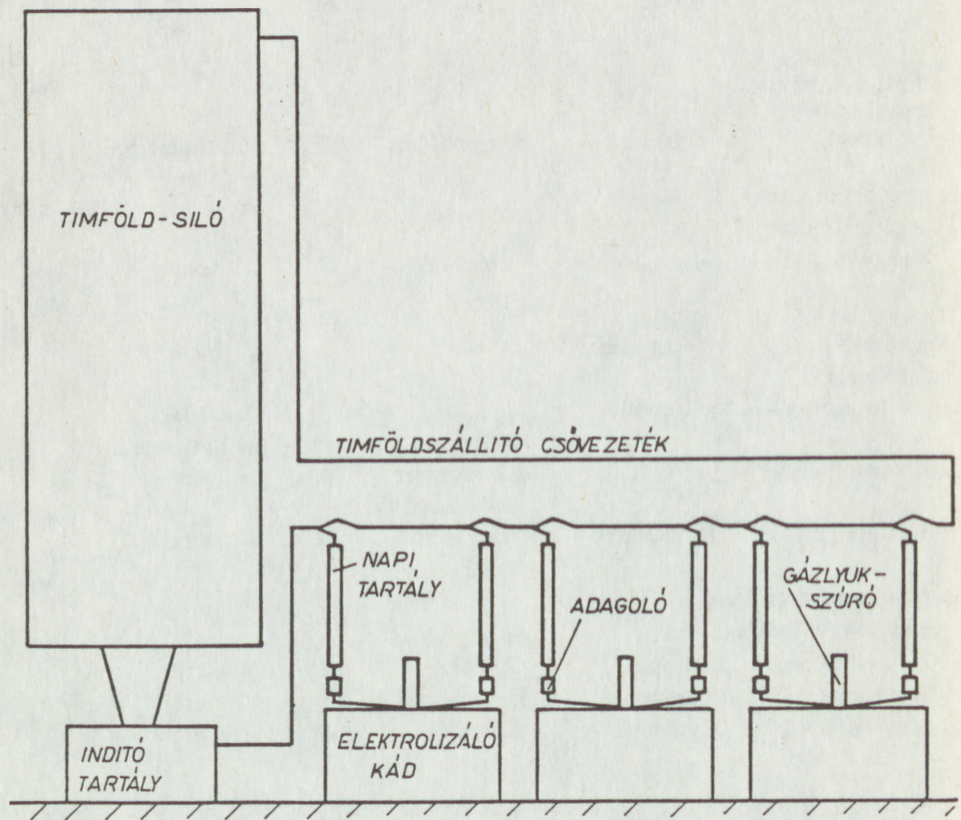
Az automatikus tím földadagolás karbantartása
(2,5 hónap statisztikája)

A rendszer fő részei	Meghibásodás			Javítás módja
	jellege	oka	száma	
Szállítóberendezés Indító tartály Csővezeték	lyukadás	elhasználódás	2	tömítés-csere, hegesztés
Adagolóberendezés Leválasztóidom Napitartály	eltömődés	préslevegő	3	tisztítás
Pillangószelep Forgatóhenger	berágódás	törés	2	csere
Aerációscsatorna	eltömődés	préslevegő nedv. tart.	8	tisztítás, nemez-csere
Elektrópneum. sz.	beragadás	szennyezett préslevegő	4	csere
Préslégtömlőrendszer	lyukadás	magas hő mech-i sérülés	12	csere
Gázlyukszűrőberendezés Pneum. munkaheng.				
Gázlyukszűrőszár	kopás	elhaszn.	6	csere
Elektropneum. sz.	beragadás	szennyezett	3	csere
Préslégtömlőrendszer	lyukadás	nagy hőm. mech.-i sérülés	4	csere

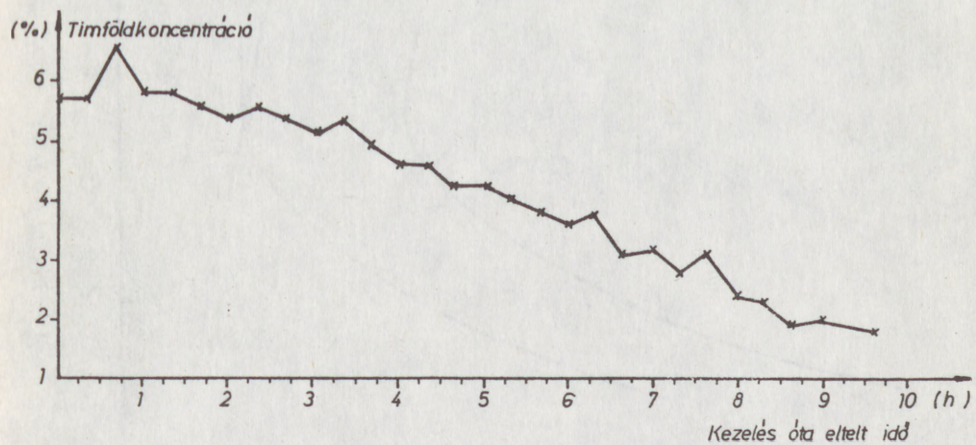
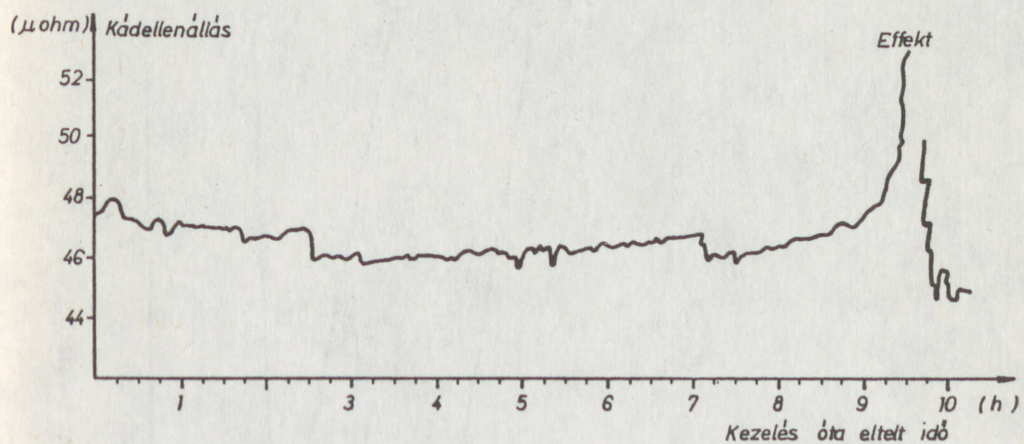
2. táblázat

Tím földadagolási típusok

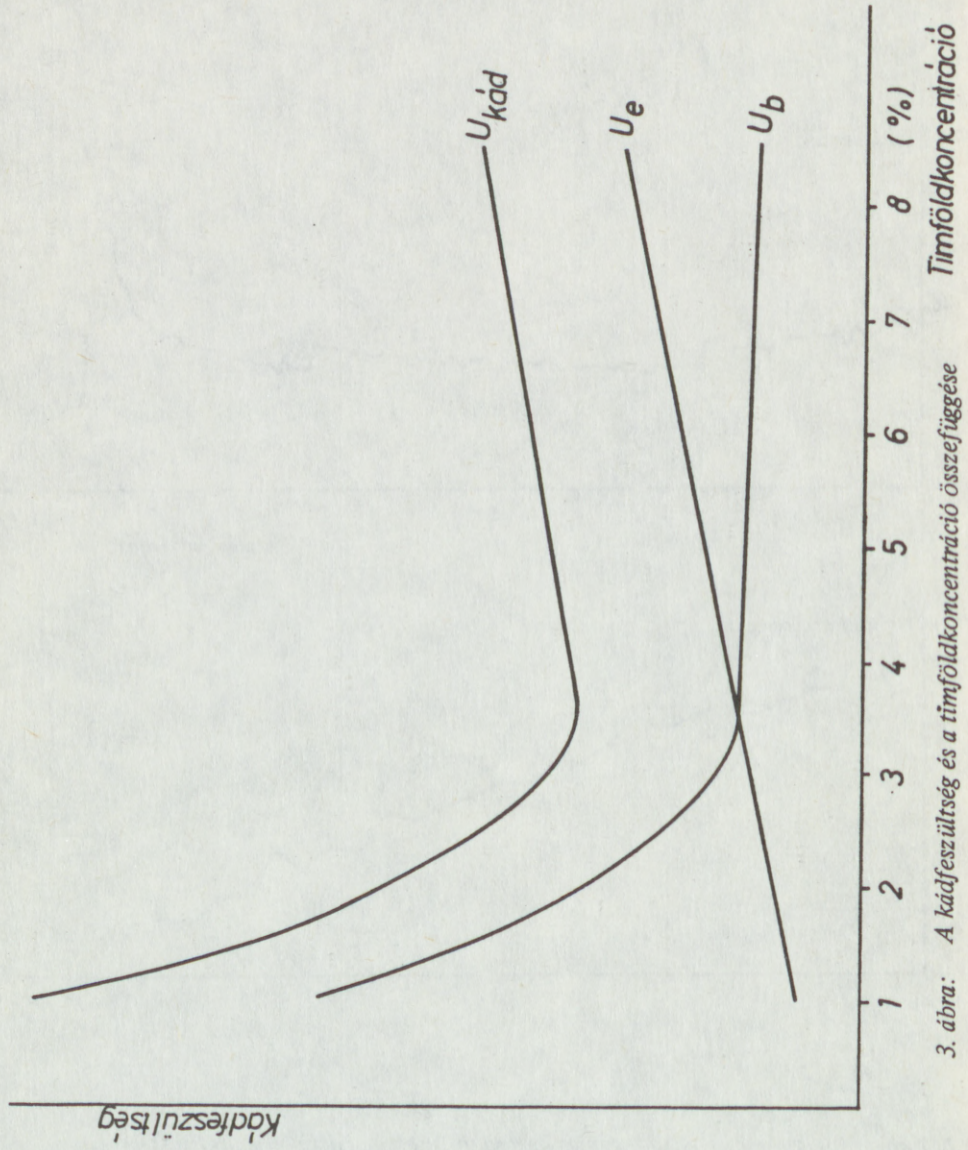
Utem	Kéregbetörés (perc)	Tím földadagolás (perc)	Tím föld-bejuttatás az elméletileg szükséges mennyiség %-ában
1	2	—	—
2	1	1	364
3	2	2	182
4	2	4	91
5	1	6	61



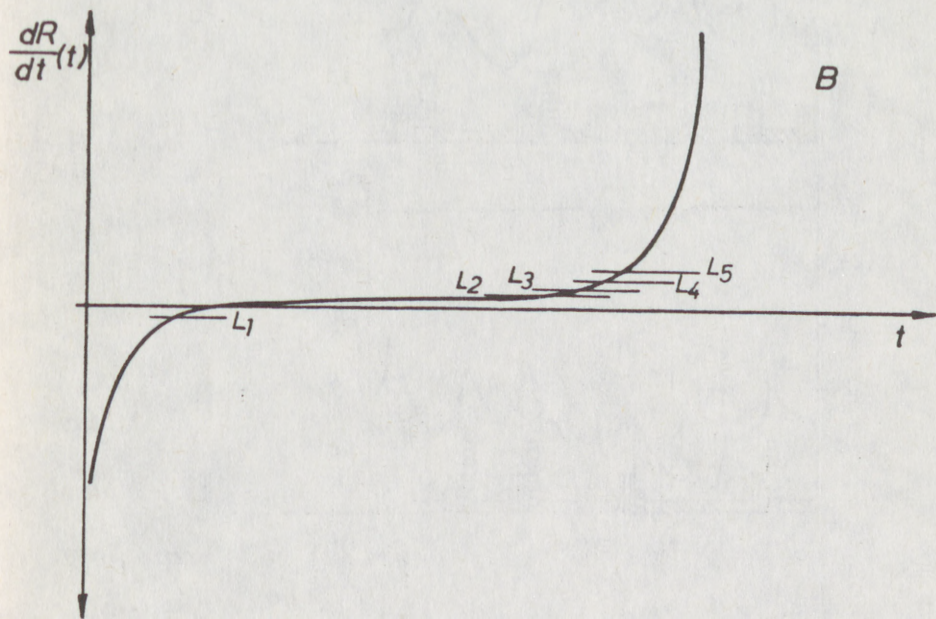
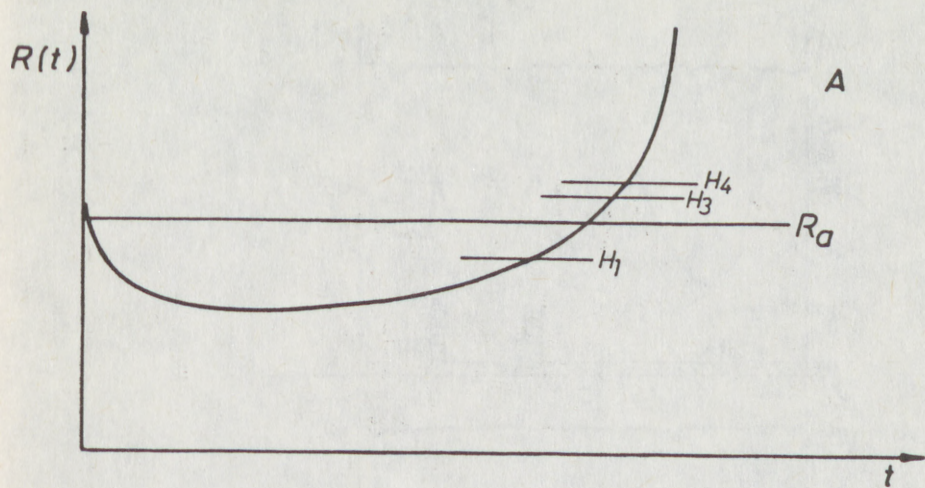
1. ábra: Automatikusan timföldadagolás



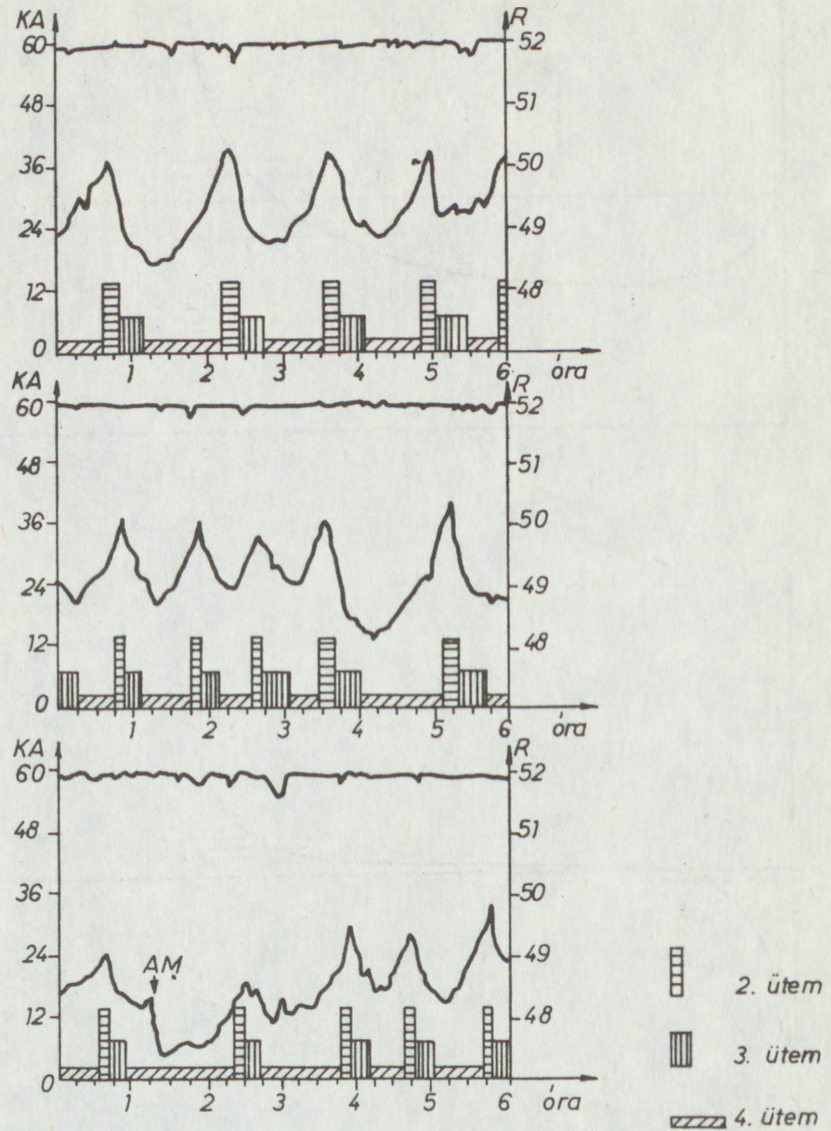
2. ábra: A hagyományos kádkezelés hatása a kádellenállásra és a tímföldkoncentrációra



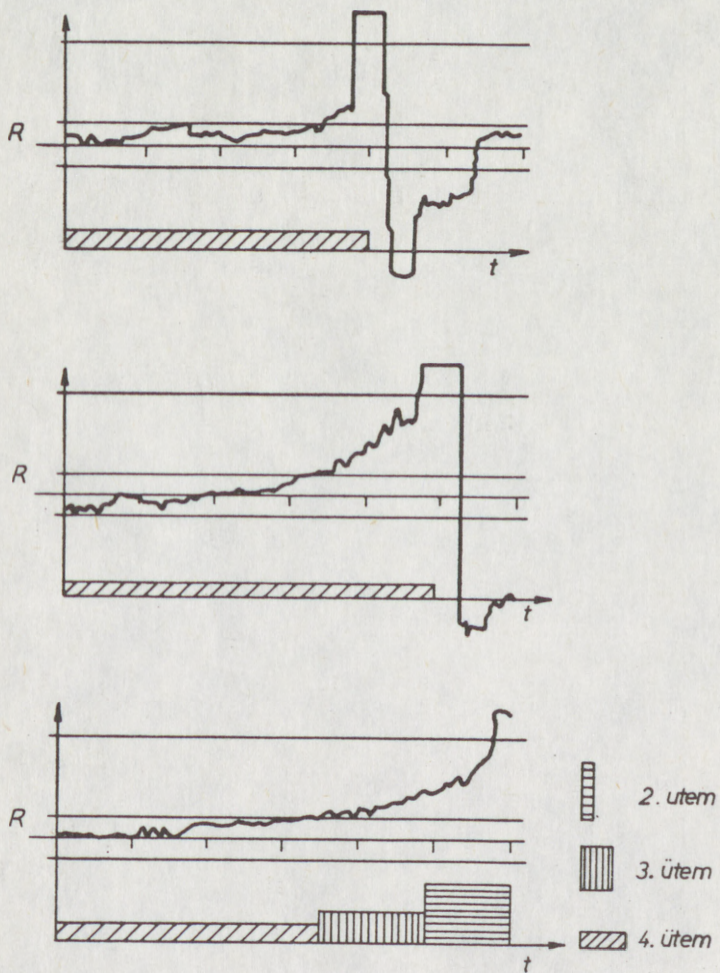
3. ábra: A kádfezültség és a timföldkoncentráció összefüggése



4. ábra: A kádellenállás időfüggvénye (A), és a kádellenállás időszerinti deriváltjának időfüggvénye ().



5. ábra: Kádellenállás-idő görbék alakulása az adagolási ütemek változtatásával



6. ábra: Nem kívánt anódeffektusok kialakulása (60 perces vizsgálat)

GÁBO

AZ I

Az al
fémes
alum
redne

A
alum
kever
és az
jelen
teszi

A
tarta
fémb
áll. A
menn
sék.

tarta
tával
lette
feldo

sorre
Sa
A
A
A

GÁBOR LAJOS

AZ INOTAI ALUMINIUMKOHÓ SALAKHÚTÓ ÉS FELDOLGOZÓ SORA

Az alumínium olvasztó-hőntartó- és öntökemencékben az olvadék felületén fémes és nemfémes szennyezők gyűlnek össze. Ezek a salakok zömében alumínium és oxidhártya keverékei, amelyekhez további összetevők is keverednek (pl. halogenidok, nitridek, karbidok, stb.).

A salak elsősorban apródarabos fémhulladék olvasztásakor, valamint az alumíniumolvadéknak a kezeléskor (pl. önlesztés, gázzal átöblítés, kiöntés, keverés) bekövetkező mozgása és felkeverődése során keletkezik. A bevitt és az újonnan képződő szennyezőkből az öntésre kész állapot eléréséig jelentős salakmennyiség képződik. Ez a mennyiség a fémes betét 1–10%-át teszi ki.

A munkamódszertől és az ötvözetfajától függően a salak fémalumínium-tartalma akár a 70–80%-ot is elérheti, ami részben mint hozzákeveredett fémből felületi tapadványból, vagy a salak-agglomerátumba bezárt fémből áll. A fémtartalom miatt már régi törekvés, hogy a hányóra kerülő salak mennyiségét és fémtartalmát – vagyis a veszteséget – minimálisra csökkentés. A salak kemencéből eltávolítása előtt a minimális mennyiségre és fémtartalomra kell törekedni megfelelő minőségű folyósító-fedő sók használatával, minimális olvadék-mozgatással, viszonylag nagy olvadék-hőmérséklettel és lelkiismeretes munkával biztosítható. Az olvadékról lehúzott salak feldolgozására számos eljárás ismert, közülük teljesség igénye nélkül időrendi sorrendben hetet ismertetek:

Salakhányóra vitel.

A salak lehűtése tároló edényekben.

A forró salakból a fém kikeverése.

A forró salak feldolgozása forgódobos kemencékben folyósító sókkal.

Pontzen eljárás.
Ajax eljárás.
Waagner-Bíró eljárás.

Salakhányóra vitel

A kemencéből származó salakot hányóra viszik, ott halmokba rakva tárolják és kemencében visszaolvasztják. A visszanyert fém a salak 8–12%-a, ami rendkívül kis mennyiség. Az eljárás környezetszennyező és elavult.

A salak lehűtése tároló edényekben

A forró salakot tároló edényekben hagyják lehűlni. Az edény alján megdermedt alumínium-lepényt kapnak, amit visszaolvasztanak. A visszanyert fémmennyiség a salak 25–30%-a. Az eljárást még jelenleg is alkalmazzák.

Forró salakból a fém kikeverése

Az eljárás alapja az, hogy a fémszemcséket körbevevő salakburkot mechanikus módszerrel összetörik, és a gyors fémkiválást az edény alján biztosítják. Az 1. ábra egy ilyen megoldást szemléltet. A salakot előmelegített hőszigetelt üstbe húzzák le, majd a kikeverő alá helyezik. Az asszimetrikus elrendezésű kettős keverőlapátos egységgel 10 percig keverik a salakot, majd a folyékony fémet visszajáratják a kemencébe. A visszanyert fémmennyiség a salak 35–40%-a. Az eljárást jelenleg is viszonylag széles körben alkalmazzák.

Salak feldolgozása forgódobos kemencében folyósító sókkal

A forró salakot 50–75% folyósító sóval együtt azonnal forgódobos kemencébe adagolják. A kinyert fémet a technológiai kemencébe visszajáratják. Az eljárás hátránya a szakaszos üzemmód és az igen nagy fajlagos költségek (folyósító só, tüzelő anyag). Emellett a visszamaradó sólepény rendkívül nehezen semlegesíthető környezetszennyezési forrás. A visszanyert fémmennyiség a salak 50–60%-a.

Pontzen eljárás

Az eljárás teljesen lehűlt, száraz salakok feldolgozására alkalmas (2. ábra). A salak levegővel működtetett vibrátoros adagolócsövön át golyósmalomba jut. Az elszívott levegőt szeparátorban tisztítják, a leválasztott por két frakciót képez, egy fémekben dús és egy fémekben szegény frakciót. A malomban maradó frakció fémekben dús, amit kemencében visszaolvasztanak. Az eljárás nagy előnye, hogy a feldolgozás teljesen zárt, gyakorlatilag pormentesen végezhető. Hátránya viszont, hogy csak hideg salakok feldolgozására alkalmas.

Ajax eljárás

Az Ajax eljárással nagy fémkinyerési határfokkal (50–55%), kis költségekkel és környezetet nem szennyező módon végezhető a feldolgozás (2. ábra). A forró salakból az olvadt fémet vibrációs buktató-rázó állványon nyerik ki. Ezután a salakot kalapácsos törőben összetörik, majd a salakot enyhén emelkedő szögű vízhűtéses vibrációs hűtőasztalokon gyorsan hűtik. A salakot ezután rázószéren válogatják, az 50 mm-nél nagyobb részeket kemencében visszaolvasztják. A szállóport elszívórendszerrel távolítják el, majd zsákszűrővel nyerik ki.

Waagner-Bíró eljárás

Ezt az eljárást a Pontzen eljárástól az különbözteti meg, hogy forró salakok feldolgozására is alkalmas, és a salak aprítását vízhűtéses hűtődobban az abból kiváló nagyobb fémrögök végzik.

Az ismertetett eljárások közül két eljárás tekinthető korszerűnek: az Ajax és a Waagner-Bíró eljárás. Magyarországon mindkét berendezés megtalálható. A MAT Székesfehérvári Könnyűfém-műve Ajax rendszerű, az apci Qalital Waagner-Bíró berendezést üzemeltet.

Az Inotai Alumíniumkohó és a MAT pénzügyi lehetőségei kész berendezés nyugati beszerzését nem tették lehetővé, ezért a trösztön belül végzett tervezéssel és gyártással részleges OMFB finanszírozással a fejlesztés mint egy 140 tonna/év fém visszanyerésére kezdődött el.

Az Aluterv-FKI által készített tervdokumentáción erősen érződik a Köfém-Ajax-sorának a hatása (3. ábra). Az eredeti sor a következő főbb részekből áll:

- Olajégős üstelőmelegítő.
- Monolit-bélésű salakozó üstök 100 kg salak befogására.
- Díz-előmozdító üstszállító targonca.
- Üstbuktató-rázó állvány (alatta olvadékgyűjtő tálcával).
- 3 db vízhűtéses vibrációs hűtőasztal Épgép gyártmányú vibrátorokkal,
- Motoros meghajtású salaktörő (az első hűtőasztal fölött).
- Por- és darabos frakciót gyűjtő ládák.
- Hűtővízrendszer keringető szivattyúkkal.
- Elszívó és porleválasztó rendszer.
- Szállítószalag a porfrakció halomba rakására.

A próbaüzem az eredeti sorral igen nehézkesen, rengeteg hibával folyt, és teljes kudarccal végződött. A kudarcot okozó tervezési és kivitelezési hibák:

- Az Épgép gyártmányú vibrátorok a célra nem voltak alkalmasak, túl nagy frekvenciájú és kis amplitudójú, „kemény” rezgéseket idéztek elő, a tartós igénybevételt nem bírták.
- A hűtőasztalok helytelen súlypontja és rossz merevítése miatt a vadrezgéseket nem lehetett korrigálni.
- A viszonylag merev acél-laprúgós asztalfelfogás alkalmatlannak bizonyult.
- Az asztalok hűtése nem volt megfelelő, ezért azok deformálódtak, a salakkal érintkező lemezek megrepedtek.
- A hidraulika-rendszer nem volt üzembiztos.
- Az utolsó asztalhoz mereven rögzített válogató rosta nem vált be.
- A motoros salaktörő nem a kívánt hatásfokkal működött.
- Kivitelezői pontatlanságok (az asztal dőlésszöge stb.).

A problémák szinte teljes átépítést igényeltek. Az átépítés érdekében az osztrák IFE Vibrationstechnik magyarországi képviselőjével a Keszthelyi VEGS-el vettük fel a kapcsolatot. Az IFE és a VEGS az új hűtőasztalokat megtervezte és legyártotta, valamint megfelelő referenciával rendelkező, hosszú élettartamú, beállítható rezgésszámú és amplitudójú vibrátorokat szállított. Az utolsó asztal helyére vibrációs rázószert szereltek. Az Inotai Alumíniumkohó az új törőművet tervezte és gyártotta, valamint a buktatóállványt és a hidraulika-rendszert módosította. Az Aluterv-FKI a végleges tervdokumentációt szállította.

Az átépített sorral a próbaüzem 1986. októberében kezdődött el. A berendezést ma már az erre a célra betanított öntődei dolgozók folyamatos üzemben alkalmazzák. (A folyamatos üzem biztosítása érdekében ösztönző bérezési rendszert vezettek be.)

A próbaüzem tapasztalatai

Egyértelműen bebizonyosodott, hogy a berendezés jelenlegi formájában

a folyamatos üzemben elvárható szintet eléri. Mintegy 400 üst feldolgozása során három kisebb meghibásodás fordult elő. A kiszolgáló targonca gyakori meghibásodása és hiánya viszont lényegesen nagyobb problémát okozott.

Az eredeti elképzeléshez képest a technológia egyszerűsödött: az üstök előmelegítése forró salakkal jól megoldható, s buktató állványon az üst rázása felesleges.

A motoros salaktörő a salak megfelelő aprítását nem biztosítja.

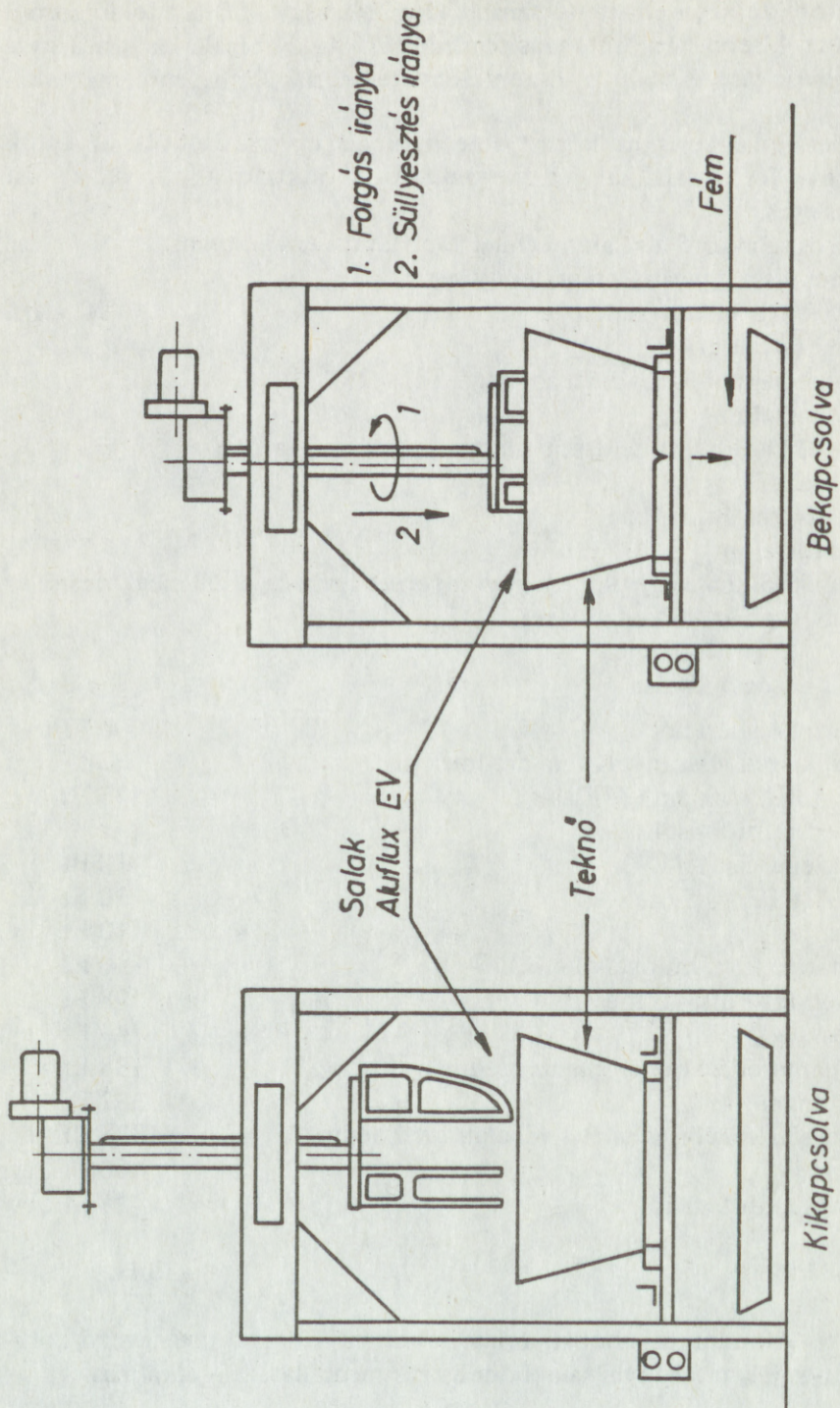
Az átlagos visszanyerhető fémmennyiség:

Folyékony fém a buktatónál:	20–30%
(100% Al-tartalom)	
15 mm-nél nagyobb frakció a sor végén:	15–25%
(90% Al-tartalom)	
15 mm-nél kisebb frakció a szár alatt:	30–60%
(60% Al-tartalom)	
Porfrakció a leválasztóban	5–10%
(40% Al-tartalom)	
100 kg salakból mintegy 45 kg fém nyerhető vissza, ami megközelíti az eredeti Ajax sor 50–55%-os értékét.	

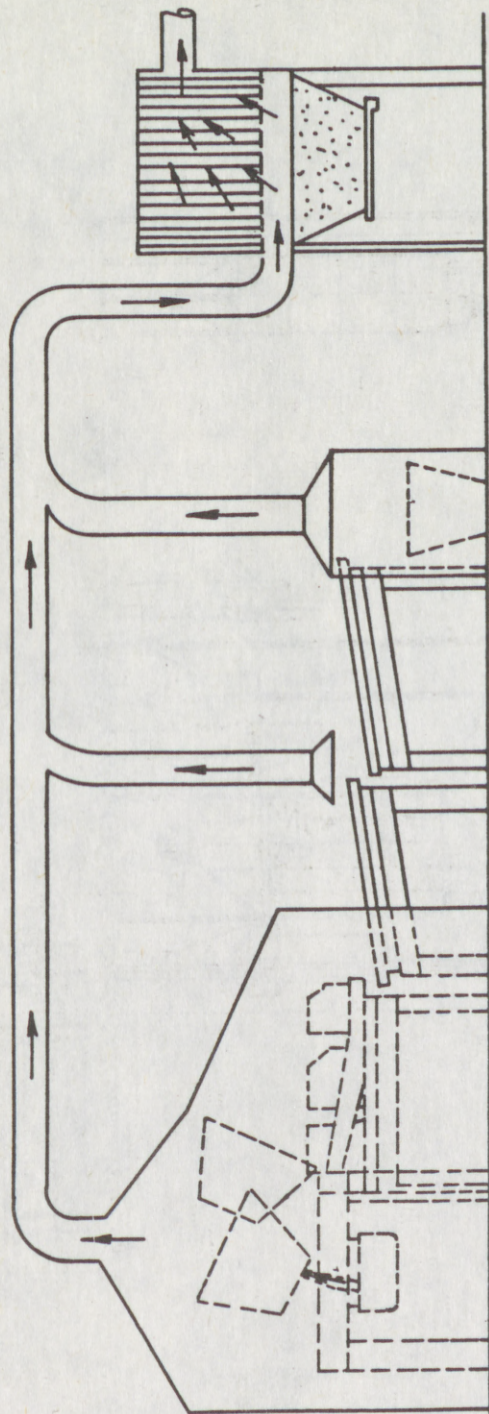
A fejlesztés gazdaságossága

Várható aktiválási érték	5000 EFt
Egy üst salakjából visszanyert fém eredménye:	
45 kg fémhulladék ára (35 Ft/kg):	1575 Ft
Közvetlen ráfordítások:	
Villamos energia, 10 kWh	18 Ft
Bér és közteher, 0,5 óra	30 Ft
Szállítás	10 Ft
Karbantartás (üst, hűtővályú stb.)	40 Ft
Közvetlen ráfordítás összesen:	98 Ft
Fedezeti összeg:	1744 Ft
40% eredmény/fedezet arányánál az eredmény:	738 Ft
Vállalatnál marad 45%:	332 Ft
4000 üst/év salakmennyiségénél a vállalati eredmény:	1328 EFt/év
Amortizáció:	400 EFt/év
Eredmény és amortizáció:	1728 EFt/év
Megtérülési idő:	3 év

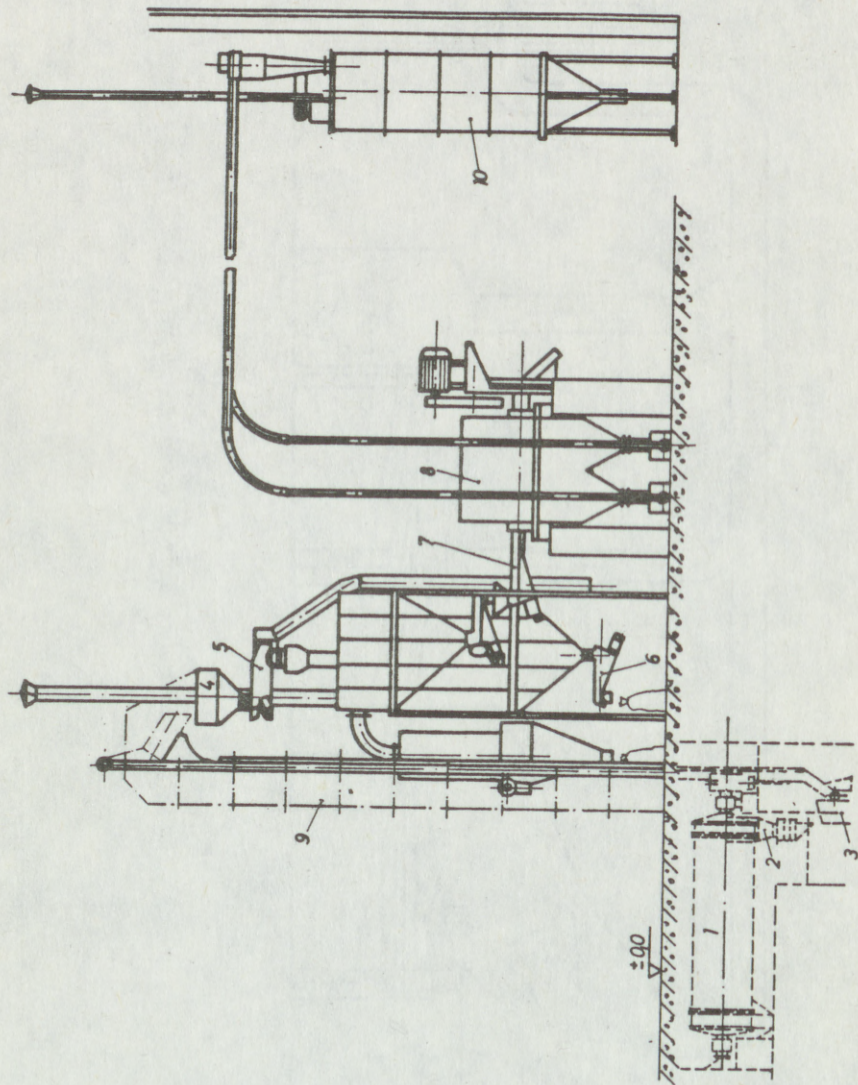
Az Inotai Alumíniumkohóban működő salakhűtősorral megegyező konstrukció az ajkai és tatabányai salakfeldolgozás megoldására is alkalmas.



I. ábra: Öntödei salak fémtartalmanak kikeresése



2. ábra: Ajax-salakfeldolgozó berendezés



3. ábra: Protechnic-eljárás

Az Al
háztart
nálják
got elk
van sz
hozni.
ba beé
sodását
nek az
sok me
megfel
a techn

Öntés
részt a
ségene
koncer
A hon
mék tu
A me
öntéske
szerkez
gezni,

VARGA VALÉRIA

KÖZEPESEN ÖTVÖZÖTT ALUMINIUM LEMEZEK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJÁNAK FEJLESZTÉSE

Az AlMn ötvözeteket jelentős részben, mint lemez (szalag)-termékeket háztartási edények (mélyhúzás) és burkolóelemek (hajlítás) gyártására használják fel. Annak érdekében, hogy az alakítások során az ún. narancsságot elkerüljék, finomszemcsés (ASTM szerint 6–8 fokozatú) alapanyagra van szükség, amit az utolsó technológiai művelet, a lágyítás során kell létrehozni. AlMn ötvözetekben a lágyulás során lejátszódó folyamatot a mátrixba beépült AlMn(Fe,Si) fázisok miatt, mint diszperz rendszer újrakristályosodását tekinthetjük. Ez azt jelenti, hogy ezen fázisok nukleusként szerepelnek az újrakristályosodott szemcsék számára, melynek finomságát a kiválások mérete és eloszlása szabja meg. A finomszemcsés szerkezet feltétele a megfelelő méretű és számú kiválás jelenléte a szerkezetben. Ezt a feltételt a technológiai műveletek során a következőképpen tudjuk elérni:

Öntéskor fontos, hogy a másodlagos dendritágméret kicsi legyen. Ezt egyrészt a hűtési sebesség növelésével, másrészt a vas, mint ötvöző mennyiségének a növelésével érhetjük el. A másodlagos dendritágméret a mangánkoncentráció változásától csak kismértékben függ.

A homogenizálást 600–620°C-on végezzük, ezen a hőmérsékleten a végtermék tulajdonságainak megfelelő méretű kiválások alakulnak ki.

A melegehengerlést 500°C körüli hőmérsékleten végzik, az alakítás alatt az öntéskor kialakult szilárd oldat bomlása folytatódik. A finomszemcsés szerkezet biztosításához a *lágyítási műveletet* nagy hőmérsékleten kell véggezni, és a hőkezelés hőmérsékletére gyorsan kell az anyagot felhevíteni.

TAKA

Dolge
konk
azért
érvén
hálóz

De
jelen
sal k
a leg
ró ac

Az
kező

1. Cé

Et
ma
a
his
inf
eg

2. A

A
va
so

TAKÁCS TIHAMÉR – SKALEC LAJOS

**A TATABÁNYAI ALUMINIUMKOHÓ PROPERZI
ÖNTVEHENGERLŐ BERENDEZÉSÉHEZ KAPCSOLÓDÓ
INFORMÁCIÓS ALRENDSZER**

Dolgozatunk elején tisztáznunk kell azokat az alapelveket, amelyeket a konkrét feladatkidolgozás során alkalmaztunk. Célszerű ezt megtennünk azért is, mert ezek a fogalmak és módszerek véleményünk szerint általános érvényűek és nem csupán az adott feladatra, hanem bármely információs hálózat vagy alrendszer megtervezése, kialakítása során alkalmazhatók:

Dolgozatunkban információként illetve adatként kezelünk minden olyan jelenséget, közlést és fizikai jellemzőt, mely az adott folyamatra befolyással lehetett. Ez a felfogás a Servan Schreiber féle információfelfogáshoz áll a legközelebb azzal a szűkítéssel, hogy csak az adott folyamatra hatással bíró adatokkal és üzenetekkel foglalkozunk.

Az információs alrendszer kialakítása során munkamódszerünket a következőképp alakítottuk ki:

1. Célmeghatározás

Ebben a fázisban azokat a célokat határoztuk meg, amelyeket az információs alrendszerrel meg kívánunk valósítani. Természetesen ezeknek a céloknak valamilyen előnyt kell, biztosítaniuk a felhasználó részére, hiszen ez motiválja a későbbiek során a megvalósításra. Ipari folyamatok információs rendszereinél ez az előny – a közgazdasági szabályozók egyenes következményeként – nyilván gazdasági jellegű.

2. A célok megvalósításához szükséges irányítási szintek meghatározása

A célok megvalósításához általában meglévő szervezeteket használunk fel, vagy új szervezeteket hozunk létre. Az információs rendszer kialakítása során szükségszerűen figyelembe kell venni a meglévő szervezet tago-

zódását és jellegét, illetve a célok figyelembevételével javaslatokat kell tenni újabb döntési szintek kialakítására, vagy felesleges döntési szintek megszüntetésére. Ezzel megelőzhetjük, hogy egyes szinteken a szükséges beavatkozás szempontjából érdemleges, de áttekinthetetlen, más szinteken pedig csak néhány információt kelljen feldolgozni.

3. Az irányítási szintek igényelte információk kiválasztása

A munka ezen fázisában kell kialakítani a különböző döntési szintekhez tartozó optimális információszerkezeteket. Meg kell határozni, hogy az elsődleges adatgyűjtésből származó információhalmazból milyen módon állítjuk elő az egyes szinteknek szóló üzeneteket. A munka során mindig fordítsunk kiemelt figyelmet arra, hogy a lehetőségekhez képest bemenetként minél több elsődleges vagy alapadatot használjunk. Kísérjük meg elérni, hogy egy alapadatról megszerezhető valamennyi információt hasznosítsuk. Ne elégedjünk meg azzal, hogy egy fizikai paraméter értékét megmérjük, és azt adatként kezeljük, hanem minden esetben vizsgáljuk meg, hogy ez az adat milyen további információ hordozója (pl. gazdasági info.). Ez az egyik leglényegesebb szempontja az információs rendszerek kialakításának.

4. Az információs alrendszer realizálhatóságának vizsgálata, kapcsolatai a már létező vagy tervezett többi alrendszerrel, illeszkedése az információs rendszerbe

Magától érthető igény egy tervezett rendszerrel szemben, hogy az megvalósítható legyen, mégpedig úgy, hogy az általa nyert előnyök arányban álljanak a megvalósítás érdekében tett erőfeszítésekkel (legyenek azok akár gazdasági, akár szellemi értékűek). Nyilvánvalóan szükségszerű, hogy a megvalósítandó rendszer kapcsolódjon a már funkcionáló, vagy a tervezett alrendszerekkel, amelyek környezetében működnek, és hatással lehetnek a folyamatra. Ugyanilyen igény, hogy kapcsolódjon a felette lévő információs rendszerbe. Az említett kapcsolódási funkciók nélkül az alrendszer elszigetelve ugyan még működőképes lehet, de nem megfelelően tudja támogatni a különböző döntési szinteken dolgozók munkáját. Ez pedig a cél elérését veszélyeztetheti, hiszen ezáltal nem biztosíthatja az elérhető előnyöket.

A munkában idáig eljutva olyan feladatterv áll rendelkezésünkre, amely megfelelő alapokat biztosíthat a munka folytatásához. Láthatóan igen sokrétű feladatot kellett megoldanunk. A munka ezen fázisában technológiai, szervezési és tervezési ismereteket kellett felhasználnunk. A jó eredmények

eléréséhez a munka ezen előkészítő fázisában célszerű a csoportos szellemi alkotótechnikák használata. Feltétlen jobb eredményeket tudunk elérni, mint hagyományos fejlesztői munkamódszerekkel, és biztosan lényegesen rövidebb idő alatt produkálhatjuk a feladattervet. Ezen rövid kitérő után folytassuk a munkamenet további vizsgálatát.

5. Információs rendszer tervezése

Az előző pontokban kialakított feladatterv alapján el kell készíteni a rendszertervet. Dolgozatunkat a realizálhatóság vizsgálatánál lezártuk, mert a rendszerterv elkészítése egy újabb dolgozat anyaga lehetne.

6. Az információs rendszer megvalósítása

A rendszerterv alapján a megvalósítást végző munkacsoport kialakítja a feltételeket biztosító hardverstruktúrát és elkészíti a működést biztosító programokat.

7. Az információs rendszerrel megvalósított eredmények összevetése a célokkal

Ez az ellenőrzés ad lehetőséget arra, hogy szisztematikus vizsgálatokkal bizonyítsuk, valóban a kívánt eredményeket értük el. Egy bonyolult információs alrendszerrel ez az ellenőrzés igen bonyolult folyamat, hisz a teljes folyamatmodell valamennyi elképzelhető funkciója gyakorlatilag végtelen. Általában a legfontosabb folyamatfunkciókra végezzük el ezt a vizsgálatot. Célunk az, hogy a lényeges funkciók mindegyikét (vészjelző, figyelmeztető, eseményarchiváló, stb.) és a legjelentősebb előforduló specifikus funkciók jelentős hányadát ellenőrizzük.

Rövid bevezetés után a továbbiakban a Tatabányai Alumíniumkohó properzi berendezésének információs alrendszerével foglalkozunk. A berendezés nem általánosan ismert gyártósor, ezért néhány mondatban összefoglaljuk leglényegesebb jellemzőit, hogy a kívülálló is kapcsolódni tudjon az információs alrendszer tárgyalásában felvetett problémákhoz.

A technológiai folyamat rövid ismertetése

A properzi öntvehengerlő berendezéssel olvadt alumíniumból egyetlen összefüggő munkafolyamattal továbbhúzásra alkalmas durvahuzalt lehet előállítani. A berendezés villamos fűtésű, pihentető kemencéből, öntőkerékből, hengersonból és csévéliből álló gépsor viszonylag zárt egységet alkot. A vil-

lamos fűtésű kemencékből öntőcsatornákon keresztül folytatják az olvadt fémet az öntőkerék profilvályújába, ahol intenzív hűtés következményeként kialakul a hengerlési profil. A már szilárd, de még könnyen alakítható pászmát a hengersorra vezetik, ahol többfokozatú hengerlés után kialakul a durvahuzal végleges profilja. A hengerlés során ismételt hűtéssel biztosítják a megfelelő kristályszerkezet kialakulását.

A kész durvahuzalt csévélőkön kb. 1,2 tonna tömegű tekercsekké alakítják, és a tárolóhelyre szállítják, ahol a gyártmányt minősítik. A minősítésnél a fajlagos ellenállást, a szakító- és csavaró szilárdságot vizsgálják. Ezeket a vizsgálatokat külön szervezeti egységként a vállalati anyagvizsgáló és minőségellenőrző osztály végzi. A készterméket nemzetközi szabványok szerint különböző osztályokba sorolják. A legfontosabb két jellemző alapján négy minőségi osztályt állapítanak meg.

Ezek a következők:

Minősítés	Jellemző	Fedezet
KP	kiváló minőségű	nagy
P	jó minőségű	közepes
X	gyenge minőségű	0
Selejt	selejt	veszteség

A minőség utólagos változtatására nincs lehetőség. Alapvetően ez indokolja, hogy foglalkozzunk a gyártási folyamattal, és a gyártási paraméterek és a minőség között összefüggéseket keressünk.

Első problémaként azzal az akadállyal találtkoztunk, hogy magáról a gyártási folyamatról semmiféle információ nem állt rendelkezésre. Gazdaságossági számításokat végeztünk a minőségjavítással elérhető eredményekről. Ezek alapján megállapítottuk, hogy a technológiai folyamat folyamatos felügyelete szükséges az információs alrendszer kialakítását nélkülözhetlenné teszi.

1. Az információs alrendszer kialakításának célja

A properzi durvahuzal gyártása során, – mint azt a technológiai folyamatnál már ismertettük – négyféle minőségben „keletkezik” végtermék. A különböző minőségű termékek gyártási költségei azonosak. (Az azonos áru alapanyag, teljesen azonos technológia esetenként változó paraméterekkel, melyek nem jelentős költségtényezők. Pl. hűtővíz mennyisége, emulzió hőelvonó-képessége, hengerlési sebesség). A különböző fedezettartalmú termékek közül nyilván a legnagyobb fedezetet biztosító terméket célszerű gyártani, ha egyéb korlátozó tényező (piac, fémforrás, stb.) nem érvényesül.

nek. (A probléma tipikusan erőforrás-termék típusú.) A gazdasági céllal párhuzamosan az információs alrendszer célját határoztuk meg. Ez a következő: A döntési szintek igényeinek megfelelő információk megszerzése, rendezése és előállítása azzal a céllal, hogy biztosítva legyen a legnagyobb fedezetet biztosító, a piaci igényeket és lehetőségeket figyelembe vevő termékszerkezet gyártásának információbázisa.

Ez a megfogalmazott cél láthatóan igen sok feladatot integrál magában. Része a szervezési munka (döntési szintek), a gazdaságossági számítások, a marketing ismeretek és a marketing munka, valamint természetesen a technológiai adottságok és lehetőségek ismerete. Dolgozatunk csak az információs rendszerrel foglalkozik részletesen, a kapcsolódó területeket csak érintjük, illetve utalunk rájuk.

II. Az információs alrendszer céljainak megvalósításához szükséges irányítási szintek meghatározása

A célok ismeretében meghatározhatjuk azokat az irányítási szinteket, amelyek a megvalósítást biztosíthatják. Ezek a szintek részben a jelenlegi formálisan lineáris rendszerben is léteznek, a munkavégzés során azonban „egészséges” vertikális informális kapcsolatok is kialakultak (különösen az áruforgalmazás és termelésprogramozás területén).

Az irányítási szintek a következők:

1. vállalatirányítási szint,
2. üzemirányítási szint,
3. felügyeleti szint,
4. technológiai irányítási szintje,
5. folyamatirányítási szint.

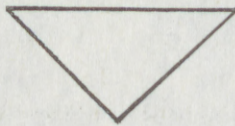
Az egyes szintek közötti munkamegosztás magyarázatát, illetve a különböző szintek konkrét feladatait a következőkben röviden tárgyaljuk, annak érdekében, hogy az információszerkezet meghatározásakor ne csak a végeredményeket közölhessük, hanem az okokra is hivatkozhatunk. Tesszük ezt a bemutatást azért, hogy bizonyítsuk: ez az öt-szintű irányítás a cél eléréséhez megfelelő lehetőséget biztosít.

A legfelső szint a vállalatirányítás szintje

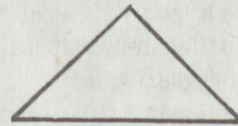
Ezen a szinten összegeződnek a piaci információk, a gazdálkodási problémák, a termelési lehetőségek. Itt alakulnak ki a közép és hosszútávú elképzelések, melyek a termékszerkezetet és a termelés mennyiségét befolyásolják. Ezen a szinten születnek döntések az érdekeltségi rendszerről, a termelés tárgyi és személyi feltételeiről. Utasításokat ad az üzemigazgatási szintnek. Kapcsolatot tart a környezettel.

nyítási szint információ igénye a legnagyobb. Az információs igények szintbeli megoszlását a következőképp ábrázolhatjuk:

Váll. ir. szint
Uz. ir. szint
Felügy. szint
Technn. ir. szint
Foly. ir. szint



INFORMÁCIÓK
ÖSSZETETTSÉGE



EGY TECHNOLÓGIA
INF.-TÖMEGE

A folyamatirányítás szintjén történik az információk megszerzése. Itt gyakorlatilag valamennyi megnevezett adat alapadatnak tekinthető. Konkrétan a properzi technológiára a folyamatirányítás szintjén szükséges információk:

1. Melyik kemencéből folyik az öntés?
2. Milyen hőmérsékletű az olvadt fém?
3. Milyen sebességgel forog az öntőkerék?
4. Az első hűtési folyamat, során elvont hőmennyiség (hűtővíz mennyisége, hőmérséklet, a ki- és belépéskor).
5. A hűtővíz nyomása elegendő-e?
6. A hűtővíz áramlik-e?
7. A hengesor áramfelvétele.
8. A hengesor fordulata (sebessége).
9. Második hűtési folyamat során elvont hőmennyiség (emulzió mennyisége, hőmérséklete ki- és belépéskor).
10. A hengerson folytonos-e a huzal?
11. Melyik csévéző üzemel?
12. A gyorsdaraboló üzemel-e?
13. Befűzési művelet, vagy üzemszerű hengerlés folyik?
14. A csévéző húzóereje.
15. A csévézőn lévő anyagmennyiség.
16. Milyen utasítások vannak a technológiai irányítás szintjéről?

A technológia ismeretében látható, hogy a különböző szabályozó körök beállításához az információkra a folyamatirányítási szintnek szüksége van. Ezek az információk normális működése esetén a technológiai irányítási szintnek feleslegesek, ugyanakkor munkája végzéséhez egyéb információra van szüksége.

Technológiai irányítás szintje

1. Kemencék helyzete (tele, üres, öntésre kész, adagösszetétel).
2. Szabályozó körök működnek-e?
3. Van-e elegendő víz az öntés megkezdéséhez (távoli tartályban?)
4. Gyártandó huzal mérete.
5. Megfelelő mennyiségű és minőségű emulzió rendelkezésre áll-e?

6. Megfelelő segédanyagok rendelkezésre állnak-e?
7. Csévéldőkön lévő huzalmennyiség.
8. Dolgozók létszáma.
9. Huzalazonosítók.

Felügyeleti szint

1. Gyártási folyamat zavarmentesen működik.
2. Rendelkezésre álló alapanyagok minősége.
3. Gyártandó termék minősége és mennyisége.
4. Rendelkezésre álló létszám.
5. Rendelkezésre álló technikai eszközök.
6. Gyártott mennyiség.
7. Rendelkezésre álló segédanyagok.
8. Gyártási paraméterek.

Üzemirányítási szint

1. Gyártás tervszerűen folyik-e?
2. Tervszerűek-e a teljesítmény és hatásfokadatok?
3. Termékminősítés adatai.
4. Kiszállítási ütemterv.
5. Rendelésállomány és szállítási határidők.
6. Készletadatok
 - segédanyag,
 - alapanyag,
 - technikai eszközök.
7. Létszámhelyzet.
8. Gyártás fajlagos mutatói.

Vállalatvezetési szint

1. Értékesítés tervszerűen folyik-e?
2. Költségadatok
3. Árbevételi adatok.
4. Szűk keresztmetszetek (gyártási, értékesítési korlátok).
5. Alapanyagtermelés (vásárlás) helyzete.
6. Készletgazdálkodás adatai.
7. Termelés összesített és fajlagos adatai.

A korábbiakban megfogalmazott elvnek megfelelően a lehető legtöbb alapadatot kívánjuk felhasználni az információs alrendszer inputjaként. Természetesen vannak olyan adataink, amelyek még nem állnak rendelkezésre alapadatként (pl. létszám).

Az információigény előállítás után vizsgáljuk meg, hogy konkrétan milyen adatokat kell előállítani az alrendszernek. Ebben a vizsgálatban tisztázzuk a kapcsolódást más alrendszerekkel, és a vállalati felső szint felé küldendő információhalmazt.

- I. A folyamatirányítási szinten megszerezhető információk a következők:
1. Melyik kemencéből folyik az öntés?
Kapcsolódó információk:
 - a) a kemencéből vett minta elemzési adatai.
 - b) a kemencében lévő fém mennyisége az öntés kezdetén.
 - c) a beadagolt „hidegbetétek” tömege.
 2. Milyen hőmérsékletű az olvadt fém?
Ez az információ a fémhőmérsékletet szabályozó kör ellenőrzőjele. A technológiai irányítás szintje felé csak egy jelzést kell előállítani, miszerint a fémhőmérséklet az öntéshez megfelelő.
 3. Öntőkerék fordulat.
Jellemző alapinformáció a termék minőségének befolyásolásában. Folyamatos mérése, kijelzése és regisztrálása szükséges.
 4. Hűtővízzel elvont hőmennyiség.
Két alapadat, a vízmennyiség és a „ Δt ” hőmérsékletkülönbség szorzata. Megfelelő értéken tartása jelentős minőségbefolyásoló, ezért célszerű egy szabályozó kör telepítése a rendszerre. A technológiai irányító szint felé csak a hibát, túlhűtést, vagy alulhűtést kell jelezni.
 5. Hűtővíznyomás elegendő-e?
A hűtővízellátás víztoronyból történik. A nyomásadat ezáltal egyértelműen jelzi, hogy elegendő-e a vízmennyiség az öntés lebonyolításához. A technológiai szint felé a normálistól való eltérést kell jelezni.
 6. Hűtővíz áramlik-e?
Ha a hűtővízáramlás megszűnik vagy minimális határérték alá esik, a folyamatot azonnal le kell állítani, mert vészhelyzet áll elő. A beavatkozás tényét jelezni és rögzíteni szükséges.
 7. Hengersor áramfelvétele.
Az üresen járó és a terhelt (öntés alatti) hengersor áramfelvételéből a tényleges termelés kezdete-vége meghatározható. Az áramfelvétel utal ezenkívül az alakítás mértékére, ezért folyamatos ismerete a technológiai irányítás szintjén szükséges.
 8. Hengersor fordulata.
A huzalvastagság ismeretében a fordulat és működési adatok a gyártott tömeget határozzák meg. Az értékesítési tömeg és a gyártott tömeg ismeretében a hatásfok számítható. A fordulat a hengerlési folyamat olyan jellemzője, mely jelentősen befolyásolja a minőséget, ezért alapadatként a technológiai irányítás szintjén szükséges ismerete és regisztrálása szükséges.
 9. Emulzióval elvont hőmennyiség
A probléma teljesen analóg a vízzel elvont hőmennyiség problémájához, ezért megoldása az 5. pontban leírtakkal megegyezik.

10. Hengersori huzalfolytonosság-vizsgálat

Ha a hengerson a huzal folytonossága megszakad, akkor a folyamatot azonnal le kell állítani. A beavatkozás tényét a kiváltó okkal együtt jelezni és rögzíteni kell.

11. Melyik csévéelő üzemel?

A csévéelés két dobra folyik. A technológia-irányítónak ismernie kell, hogy melyik az éppen működő csévéelődob, hogy a huzalváltáskor megfelelően tudjon beavatkozni.

12. Daraboló működése.

Ha a hengesor üzemel, és a daraboló működik, értékesíthető termék nem készül. Ez a teljesítményadatokhoz szükséges információ. A technológiai szinten a daraboló működésének jelzése szükséges. Ennek vezérlése a technológiai irányító feladata.

13. Befűzési művelet vagy üzemszerű hengerlés folyik-e? A két művelet jellemző paraméterei közül csak egyik tér el jelentősen. Befűzési műveletkor a csévéelő húzóerőszabályozását meghatározott időtartamra fel kell függeszteni. Ez az adat csak a folyamatirányító-szinten szükséges.

14. Csévéelő húzóereje.

A húzóerőszabályozó ellenőrzőjele. A folyamatirányítás szintjén szükséges információ.

15. Csévéelőn lévő anyagmennyiség.

A csévéelőre tekint huzal, amennyiben utólagosan nem minősül selejtnak, már értékesíthető mennyiség. Ez az információ valamennyi irányítási szintnek szükséges (igaz különböző felhasználásra). A technológiai irányítás szintjén a csévéváltások vezérlésére, illetve a még a kemencében lévő adagmennyiség meghatározására szolgál.

16. Utasítások a technológiai utasítás szintjéről. A szabályozók paraméterei (alapjel, T_D , T_I) és a kapcsolási határérték.

A felsorolásból látható, hogy a folyamatirányítási szint csak az alrendszeren belül tart kapcsolatokat, a kapcsolat külső rendszerekkel vagy alrendszerekkel csak közvetett. Az ismertett információszerzési feladatokat 1986. I. negyedévében mérésadatgyűjtési szinten megvalósítottuk (saját fejlesztésben). C-128-as személyi számítógépre alapozott rendszert realizáltunk, amelyet 16 analóg csatornán illesztettünk a technológiai folyamathoz. A gyűjtött adatok alapján a technológusokkal és az üzemszervezőkkel együttműködve a következő időszakban kerül meghatározásra a különböző döntési szintek információigényének megfelelő, a munkájukat leginkább támogató adathalmazt a következő időszakban határozzuk meg.



35422+

AZ ALUMINIUMIPARI MUNKABIZOTTSÁG TUDOMÁNYOS ANKÉTJAI VEAB 1990