

FÜLÖP KRISZTIÁN

Hetvenéves az alumínium képlékeny alakítás Székesfehérváron (1941–2011)

Ahogy már korábbi számainkban beszámoltunk róla, az Alcoa-Köfém Kft. 2011-ben ünnepelte a jogelőd vállalat alapításának 70. évfordulóját (1. kép). A múlt emlékeit, a sikeres rég- és közelmúltat az Alumíniumipari Múzeum önálló tárlat keretében mutatta be. Az évforduló okot ad arra, hogy áttekinthessük a vállalat történetét, az utat, amelyet a kukoricaföldeken történt első kapavágástól a mai napig bejárt. Az alapítás a német hadigépezet céljait volt hivatott kiszolgálni. Még igazából fel sem épült a gyár, amikor elérte a háború, és előbb a német, majd a szovjet hadsereg kezdte leszerelni. A dolgozók mentették meg, és kezdték szinte azonnal újjáépíteni, és szovjet érdekeltségként sikerült az alapításkor tervezett szintet elérni. 1954-től magyar vállalattá válva kezdődött az eredeti kereteket sokszorosan meghaladó fejlesztés, amely napjainkig szinte megszakítás nélkül folyik. 1996 óta az amerikai Alcoa a tulajdonosa az immár Alcoa-Köfém Kft. néven bejegyzett vállalatnak, amely továbbra is Európa egyik legkorszerűbb alumínium-feldolgozó gyára.

A gyáralapítástól a termelés beindításáig (1941–1945)

A nagy kapacitású önálló alumínium félgyártmányipar a II. világháború előtt elsősorban a hadi repülőgépipar igényeinek kielégítésére fejlődött ki az Egyesült Államokban, a Szovjetunióban és természetesen Németországban. A németek már elvesztették az angliai csatát, az angolszász légifőlény és a növekvő számú légítámadások hatásának kivédésére további decentralizáció volt szükséges, ezért Magyarországot be akarták vonni a gyártásba, amihez partnerekre is találtak a magyar ipar részéről.

A Magyar Bauxitbánya Rt. igazgatósága az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó építése során került

Fülöp Krisztián az MMKM Alumíniumipari Múzeuma intézményvezetője. 2008-ban végzett az Eötvös Loránd Tudományegyetem múzeumpedagógia szakán. 2005-től a múzeum múzeumpedagógusa, 2010-től intézményvezető.

kapcsolatba a berlini Dürener Metalwerke könnyűfémű vezetőivel és együtt próbálták a magyar–német repülőgépgyártási programba becsat-

lakozni. A német cég nem rendelkezett timföldgyárral és kohóval, ezért a Magyar Bauxitbánya Rt. részére tett alumínium hengermű felépítésére ajánlatot, amelyről a szerződést 1941. június 25-én kötötték meg.

A majdani hengermű telepítésre alkalmas területet Székesfehérvár biztosította a legkedvezőbb feltételekkel (vasútvonal, víz, villamos áram).

A tervek 1941 nyarán készültek el, az építkezés '42 tavaszán kezdődött, az első hengerlésre '43 tavaszán került sor.

A teljes technológiát a német cég tervezte. A tervek szerint a hengermű gerincét egy Schloemann gyártmányú hengerekkel rendelkező átemelő asztalu meleghengerállvány képezte, melyhez a hidegállványok csatlakoztak. A szalaghengerlés számára két



1. kép. Az Alcoa-Köfém irodaháza



■ 2. kép. A Könnyűfémmű első melegállványa

szalagállvány szolgált volna. A prémű főberendezését egy szintén Schloemann gyártmányú 1500 tonnás hidraulikus cső- és rúdprés képezte volna. A préskovácsmű berendezését a tervek szerint három dörzsgörgős sajtoló és a hozzá tartozó segédberendezések alkották. Az öntöde részére két db három tonna befogadóképességű, 180 kV-os olvasztókemencét és 220 kV-os, 5 tonnás pihentető kemencét terveztek.

A háborús események miatt nem a tervezett berendezések kerültek Fehérvárra, a Schloemann gyártmányú hengerek és prés helyett egy 1906-os kiöregedett hengerek, amelyen még az Al-Cu-Mg (dural) ötvözet kifejlesztője, Alfred Wilm a kísérleti hengerléseket végezte, és egy, a tervezett némettel azonos paraméterű francia prés került beszállításra. Ez utóbbit nem is helyezték üzembe a háború vége előtt. A szerelési munkák ideje alatt kb. 30 főből álló csoport a gyártási technológia elsajátítására közel fél évet német üzemekben töltött.

Az első üzemszerű hengerlés 1943. április 21-én történt meg (2. kép). Az első saját gyártmányú lemezt május 17-én nemesítették. Az öntöde és hengermű júliusban üzemképes állapotba került. 1943. júliusban, az első normális üzemi hónapban 36 560 kg lemezt állítottak elő. Kizárólag plattírozott lemezeket gyártottak, az öntött tuskók kiváló minőség-

ge miatt előhengerlés nélkül, Al99,5 és Al-Mn lemezeket erősítettek az előzőleg pácolt és érdesített felületre.

Gyakorlatilag a Kőfém későbbi vertikuma a háború előtt kiépült (táblás lemezhengermű, présgép, húzópad), bár még 1944 októberében, sőt november első felében is nagyobb fémalkatrész-szállítmányok érkeztek Németországból. Felszerelésükre azonban már nem került sor. Fejér megye területének jó része november végén hadszíntérré vált.

A három hónapig tartó harcok alatt a Könnyűfémmű telepe komolyabb sérüléseket nem szenvedett. Jelentős volt azonban a kár, amit a kiürítés (gépek, nyersanyagok és félkésztermékek elszállítása) okozott.

A háború utáni újrakezdés éve (1945–1954)

A háború után a gyártelepen már 1945. május 18-án megindult a romeltakarító munka. A háborús károk helyreállítása után az alumíniumipari vertikum minden fázisa fejlődésnek indult. A tulajdonviszonyok változása (államosítás, majd Magyar–Szovjet Bauxit–Alumínium Részvénytársaság /MASZOBAL, 1952/) a nemzetközi együttműködés kezdetét jelentette.

Bár az 1948 és 1954 közötti időszakban Magyarországon a kohóépítésére volt a főszerep és a félgyártmánygyártásban lényegesebb beruházás nem valósult meg, egyes berendezések cseréje és a növekvő alulapanyag-ellátás eredményeképp a kezdeti rendeléshiánnyal való küszködést követően folyamatosan nőtt a Könnyűfémmű termelése. Működött az a termelői kapacitás, amelyet az üzem alapításakor terveztek, (de amelynek megvalósítását akkor a háború megakadályozta), és 1953-ban 10 kt félgyártmányt termelt.

1952-ben szovjet apport útján megvalósult az első fejlesztés, amely a hengermű rekonstrukcióját jelentette. A háborús események miatt már a telepítéskor is elavult – 1900-as évek elejéről származó – duó és trió állványok, továbbá kulcsgépek kicserélése, illetve bővítése valósult meg.

Az alapvetően hengerelt termékek választékának bővítését célzó fejlesztés keretében felállítottak egy harmadik hengert. Az új Skoda le-

mezállványokat a Schloemann meghajtású hengerekhez csatolták, a DEMAG állványok helyére új meglehenger került. A két új hazai gyártmányú, indukciós olvasztókemencével az öntöde elérte a kívánt kapacitást, kisebb kiegészítésekkel 1961-ig így üzemelt.

A Székesfehérvári Könnyűfémmű megalapítása, az első fejlesztések (1954–1957), a gyárfejlesztés első üteme (1958–1962)

1954 végén a Szovjetunió lemondott a vegyes vállalatban való érdekeltségéről, és ezzel a vállalat a magyar állam tulajdonában, Székesfehérvári Könnyűfémmű néven működött tovább.

A fejlesztések elmaradása miatt a magyar ipar számára nem állt rendelkezésre sem mennyiségben, sem minőségben elegendő félgyártmány. Ennek feloldására 1954 és 1957 között néhány kisebb beruházást hajtottak végre, alapvetően a hengerelt termékek választékának bővítése céljából (hengerműcsarnok megtoldása, hengercsiszoló gép, görgős lemezegegyengető), de az igazi megoldást az 1958-ban megkezdett kétlépcsős bővítés eredményezte. A beruházást az tette lehetővé, hogy a két ország között megkötött államközi hitelmegállapodásban a Szovjetunió vállalta gépi berendezések szállítását. Az építkezés 1958-ban indult és 1962-ben már a prémű üzemelt.

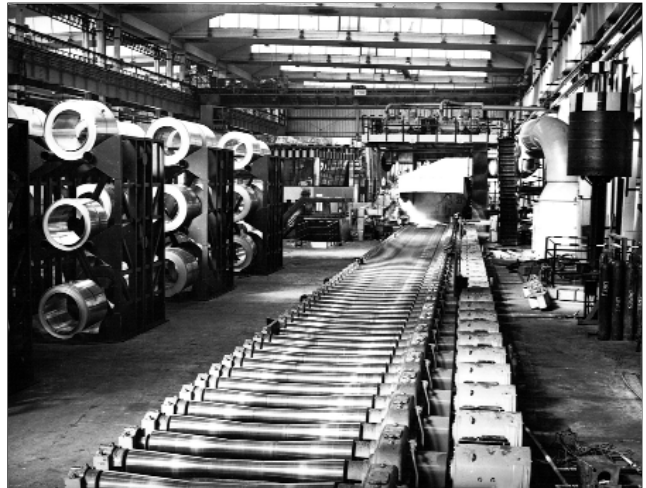
A fejlesztés keretében megépült egy új tuskóöntöde és egy új prémű csarnok.

Az új épületben felszerelt öntödét 30 kt/év kapacitásra tervezték, az új prés és húzómű, valamint a régi hengermű kiszolgálására. Három olvasztó/öntő egységét 15 t-ás olajfűtésű kemencék, 10 t-ás ellenállás fűtésű pihentető- és öntökemencék, valamint 6,5 m-es öntögödör alkotta (3. kép).

Az új prés- és húzóműbe három központi működtetésű vízhidraulikus prést (50, 35 és 16 MN-os nyomóerővel) és egy 12 MN-os olajhidraulikus szovjet prést telepítettek. Ez volt az üzem első egyedi olajhidraulikus meghajtású prése. Az új prés- és húzómű tervezett kapacitása 10 700 tonna/év volt.



■ 3. kép. Öntődei látkép 1961-ből



■ 4. kép. Meleghengerállvány 1971

Magyar–Szovjet Timföld–Alumínium Egyezmény, a MAT megalakulása, a gyárfejlesztés 2. üteme (1962–1971)

Az ötvenes évek végén nyilvánvalóvá vált, hogy a további növekedés gátja a hazai szűkös energiaforrás, amely a kohászat növekedését gátolta. Keresni kellett tehát a lehetőséget, hogy az ország bauxitkészletének fémtartalma magasan feldolgozott formában hasznosuljon.

Lényegében két lehetőség állt fenn:

1. Az alumínium vertikum értékteremtő befejező munkaszakaszainak (félgyártmány és készárugyártás) arányos növeléséről való lemondás.
2. Az alumíniumkohászatot nemzetközi kooperációban történő megvalósítása.

1962. november 15-én aláírták a Magyar–Szovjet Timföld–Alumínium Egyezményt. (1980-ban 330 kt timföldet szállítottak ki kohósításra, és 165 kt alumínium érkezett vissza). Az egyezmény új távlatokat nyitott meg a magyar félgyártmánygyártás előtt. Jelentős mennyiségű alulalapanyaghoz jutott a félgyártmány ipar. (Az egyezménnyel összefüggésben 1963. július 1-jei hatállyal létrejött a Magyar Alumíniumipari Tröszt, amely az alumíniumipar teljes vertikumát átfogta.)

Ezen a bázison megkezdődött a gyárfejlesztés 2. ütemének megvalósítása, amely egy 50 000 tonna/év kapacitású hengerlési tuskóöntödét és egy 60 000 tonna/év kapacitású

szélesszalag hengermű megépítését foglalta magában.

A rendkívül fáradságos és megterhelő munka mellett a gyártást az alacsony kihozatal és termelékenység, a szűk határok között mozgó választék, az elavult berendezésekből és eljárásokból fakadó gyenge és változó minőség jellemezte. Ilyen előzmények mellett kezdődött meg 1965 augusztusában a szélesszalag hengermű és hengerlési tuskóöntöde építése, és ezzel a magyar hengerelt alumíniumgyártás 30-40 éves elmaradásának behozása, új alapokra való helyezése. Az addigi átlagos 200 kg-os tuskótömeg 3,5 t-ra emelkedett. Az anyagot feltekeresztették, és így került a hideghengerműbe. Kiváztak az első magyarok Belaja Kalitvába, betanulásra. A maximális hengerlési szélesség 1500 mm, a hengerelt termékek minimális vastagsága 0,5 mm volt. Hétszeresére nőtt a hengerlési sebesség, nagymértékben javult a kihozatal, megbízhatóságba vált a termékek minősége és kiszélesedett a termékválaszték. Ez a beruházás minőségi változást hozott a gép és ember kapcsolatában. A korábbi gyártási folyamat manuális részét (kézi kerek hengerállítás) végző emberekből a hengerállító villamos motorok kezelői, irányítói és felügyelői lettek (4. kép).

A szélesszalag hengermű működésének feltétele volt a megfelelő hengerlési tuskó biztosítása. Ezért a szélesszalag hengermű fejlesztésével párhuzamosan megépült – a korábbi sajtólási tuskóöntöde folytatásaként – a hengerlési tuskóöntöde is.

Az öntöde tervezett kapacitása 30 kt/évről 118 kt/évre nőtt.

A gyárfejlesztés 2. ütemében megvalósított beruházásokat 1971. november 5-én adták át, és ezzel a Könnyűfémmű gyakorlatilag kialakította mai arculatát, és megindulhatott a mennyiségi és minőségi fejlődés magasabb szintje felé.

A gyárfejlesztés 3. üteme (1973–1976)

E fejlesztési szakasz keretében a szélesszalag hengerműben kiegészítő és minőségjavító berendezéseket helyeztek üzembe. A kiegészítő fejlesztéssel a két ütem alatt létrehozott 60 ezer tonna/év kapacitás 71,5 ezer tonna/évre növekedett.

A felhasználók számára új lehetőségeket biztosított a csőhegesztő, szalaghullámosító, profilhajlító, perforáló és a reluxa lakkozó berendezések beállítása, és ezzel az új, fokozott kikészítettségű gyártmányok megjelenése.

A megnövekedett termelés, a termékek minősége megváltoztatta a fogyasztási struktúrát. A növekedés indexe jelentősen meghaladta az európai országok növekedési ütemét. Megkezdődött az elhanyagolt területek alumíniumigényének kielégítése (építőipar, tömegcikk ipar). Az évi 4,3 kg/fő éves alumínium felhasználás 1962 és 1971 között 10,3 kg-ra, majd a következő négy évben tovább növekedve 14,4 kg-ra emelkedett. Ez meghaladta a legfejlettebb országok színvonalát, az NSZK és Svédország szintjén volt.

A préműi fejlesztés 1974-ben kezdődött meg és 1978-ig megépült a prémű 3. hajója, amelyben két új 25 MN-os ZAMET olajhidraulikus prést, és egy meglévő, de rekonstrukció során kikészítő serral kiegészített prést állítottak fel. Az új prés, a rekonstrukció és a folyamatos műszakra való átállás együttes hatására a korábbi 26 ezer tonna/évről 36 ezer tonna/évre nőtt a prémű kapacitása.

A gyárfejlesztés hatékonyságot javító 4. üteme (1975–1983)

A magyar alumíniumipar legdinamikusabb fejlődése az 1970-es évek második felében következett be. A Timföld–Alumínium Egyezmény fémháza és a korábbi fejlesztések eredményei alapot biztosítottak az üzem további jelentős fejlesztésére. A meglévő berendezések szűk keresztmetszetének feloldásával, rekonstrukciókkal és kiegészítésekkel, továbbá új – egyidejűleg minőségjavító és választékbővítő – berendezések beállításával, a hengerelt termékgyártó kapacitást adott választékban kb. 100–110 ezer tonna/évre a sajtoló és húzótermékgyártó kapacitást, adott választékban kb. 50 ezer tonna/évre, a kovácsolt termék gyártási kapacitást pedig 2 ezer tonna/évre növelték.

A meglévő öntöde egy új 60/40 tonnás olvasztó-pihentető tuskóöntő egységgel, azaz 32 ezer tonna/év kapacitással bővült. Új, nagy teljesítményű homogenizáló kemencék, tuskódaraboló szalag- és körfűrész,

salakfeldolgozó-fémvisszanyerő és más berendezések létesültek.

A hengerműben két nagyteljesítményű tuskóelőmelegítő kemence épült. A meleghengesor széleskörű rekonstrukcióval – szinkroncsévéelő, szélező, bugaolló, görgősor hosszabítás stb. – alkalmassá vált a korábbi 3 tonnás tuskók helyett max. 7,2 tonnás tuskók fogadására, nagyobb teljesítmény, jobb kihozatal és minőség elérésére.

Az 1. és 2. számú hideghengerállvány, valamint a kikészítősorok rekonstrukciója lehetővé tette háromszorosára növelt tömegű tekercsek alkalmazását, a teljesítmény növelését. Az UNGERER zsírtalanító-nyújtvaegyengető egység javította a minőséget és bővítette a választékot. A beruházás legjelentősebb, a minőséget, választékot és exportképességet leginkább meghatározó tétele a japán (IHI) gyártmányú hideghengesor beszerzése volt (5. kép).

Az egyirányú, max. 1200 m/perc sebességű, min. 0,2 x 800–1600 mm-es keresztmetszetű szalagok hengerlésére alkalmas állvány rendelkezett mindazokkal az egységekkel (hengerhajlító, síkkifevés szabályozó, automatikus mérő-vezérlő, számítógépes támogató stb. rendszerek), amelyeket ebben az időszakban a világon kifejlesztettek és sikerrel alkalmaztak.

Az 1984-et követő időszak eredményei és ellentmondásai, privatizáció, Alcoa-Köfém Kft.

A Magyar–Szovjet Timföld–Alumínium Egyezmény fémháza az 1965 utáni években alumínium félgyártmány gyártásunk dinamikusan és szinte folyamatosan fejlődött.

Az első időszakban a fejlesztés döntően extenzív jellegű volt, és a belföldi felhasználók mennyiségi és választékbeli igényeit helyezte előtérbe.

Az 1977 után megvalósított gyár-, gyártás- és gyártmányfejlesztéseknél a kapacitások bővítése és a meglévő berendezések nagyarányú rekonstrukciói egyre inkább összekapcsolódtak a minőségjavítás, a választékbővítés és az export versenyképesség növelés intenzív követelményeivel. Ennek segítségével a termelőknél előállítható, nagyobb hozzáadott értékű biztosított méretpontos préskovácsstermékek és a fokozott kikészítettségű félgyártmányok termelését (dugattyúk, folyamatosan hegesztett csövek, lakkozott relaxszalagok, hajlított idomok, hullámlemez) nagymértékben növelték.

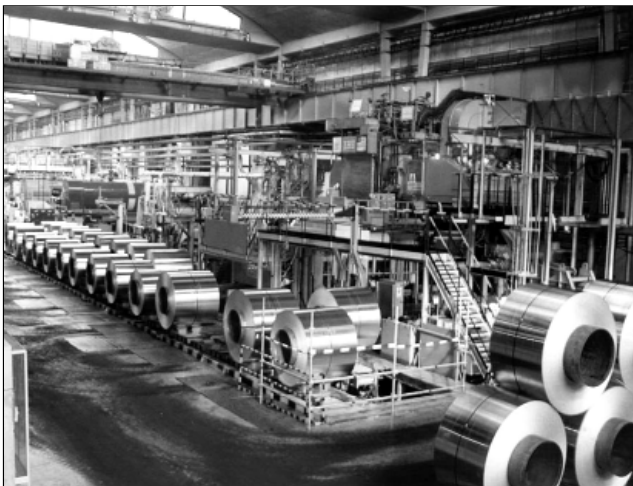
A könnyűszerkezetes építési programhoz csatlakozva hőzáró nyílászárók, térelhatárolók, radiátorok feltételeit hozták létre. A korábban importtermék hidraulikus bányatám kiváltása hozzájárult a bányászat munkakörülményeinek javításához (6. kép).

1984-től 1991-ig egy ellentmondásos időszaknak lehettünk a tanúi. 1984-től kezdve a gyár- és gyártásfejlesztés a korábbi ütemhez és mértékhez képest – forráshiány miatt megtorpant.

A Könnyűfémű kohóalumínium szükségletét kétoldalú timföldegyezmény alapján a Szovjetunióból szerezte be. A megállapodás 1990-et követő meghosszabbítására a politikai és gazdasági rendszerváltás körülményei között semmi esély nem volt. A Könnyűféműnek nem állt rendelkezésére saját pénzügyi forrás, tartalék, amelyből kísérletet tehetett volna megújulásra. A fenti, válságos helyzetből való kijutást, a gyár fennmaradását csak egy tökeerős stratégiai célú beruházó szerepvállalása, az ezzel együtt járó tőkeinjekció, továbbá fejlesztési források folyamatos rendelkezésre állása biztosíthaták. Ezen követelmények megvalósítására 1990 küszöbén csak külföldi befektető jöhetett számításba.

Hosszú tárgyalások eredményeként 1993. január 1-jén az Alcoa a Könnyűfémű 50,1%-os tulajdonosa lett, majd 1996. július 1-jén megvásárolta a tulajdon fennmaradó 49,9%-át is. Az akvizíciót követően a vállalat bejegyzett neve Alcoa-Köfém Kft. lett.

Az akvizíciót követő első években intenzív programot hajtottak végre, amely „halasztott karbantartás” né-



■ 5. kép. Japán hengerállvány 1981

ven vált ismertté. Elkészült az épületek és berendezések teljes körű felmérése azzal a céllal, hogy meg lehessen határozni a modernizálási-felújítási programok mélységét, költségvetését és határidőit.

Az 1995-ben kezdődött fűtésrekonstrukció keretében egy korszerűbb, gazdaságosabb és környezetvédelmi szempontoknak megfelelő hőellátó rendszer épült ki.

Az Alcoa előírásoknak megfelelően, és a helyi előírásokat legalább teljesítő, de inkább túlteljesítő vállalati biztonságtechnikai és környezetvédelmi körülményeket teremtett. A vállalat szigorú biztonságtechnikai programot vezetett be, melynek keretében sokféle technológiai változtatás is történt a biztonságot fenyegető veszélyek és azok következményeinek megszüntetésére. Különösen sok technológiai változtatás célozta meg a kockázatok csökkentését és a védelmet. Elvégezték a szennyezett talajok eltávolítását és a föld alatti tartályok leszerelését. Hosszú távú, a legkorszerűbb igényeknek is megfelelő azbesztlebontási program indult. Bevezették az ISO 9000 iránymutatásain alapuló minőségi rendszert.

Az 1993 és 1996 közötti időszakban a gyártóberendezések teljes körét racionalizálták. A régi, elavult gépeket és kemencéket leszerelték, a stratégiai berendezéseket pedig felújították.

A fejlesztések újraindulása (1996-tól napjainkig)

A fejlesztések újraindulása a Keréktermékgyár 1996-os indulásához köthető.

Az üzem tehergépjárművekhez, vonatokhoz és autóbuszokhoz gyárt tömegtermelésben méret és dizájn szerint több mint 100 féle préskovácsolt alumíniumkereket. Termékeinek nagy része európai piacra kerül, ezzel Európában az alumíniumkerekek piacán piacvezető. Az induló kapacitás az európai piac növekedését kihasználva 2005-ben jelentős beruházással tovább nőtt a megmunkáló, kikészítő és csomagoló kapacitásbővítés eredményeképpen. A kovácsoláshoz szükséges tuskót az ön-

töde biztosítja, amelyhez több, teljesen új technológiát kellett bevezetni.

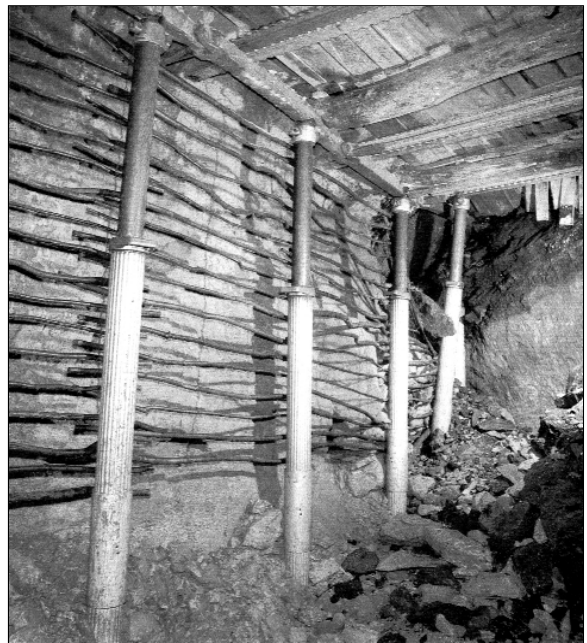
A hengerműi fejlesztések 1997 végén a negyedik Ebner-kemence telepítésével kezdődtek, ami jelentős kapacitásbővítést jelentett. 1999-ben telepítették a mai színvonalnak megfelelő tárcsavágó berendezést. Az új tárcsavágó lehetővé tette a tárcsa termék kihozatalának szembetűnő javítását és a tárcsagyártás költségeinek versenyképes szintre csökkentését.

A gyártott termék minősége jó alapot teremtett ahhoz, hogy Európában vezető tárcsagyártóvá váljon.

1999-ben és 2000-ben újra a plattírozott alumíniumtermékek gyártásába kezdett a hengermű és sikeres kísérletek után az Alcoa-n belül kizárólagos európai beszállítójává vált olyan nagy autóipari cégeknek, mint a DENSO.

A kerekek könnyebb tisztíthatóságára irányuló vevői igényekre válaszul a Keréktermék Divízió egy szabadalommal védett új bevonatolási eljárást dolgozott ki, ezzel bővítve termék portfólióját. A Kőfém területén első újonnan épített, 2800 m² alapterületű csarnokukban telepítették le az európai piacra szánt kerekek előállításához szükséges, valamint az iparágban fellelhető legmodernebb és leginkább környezetbarát eszközparkot. A termelés 2007 novemberében indult.

A Hengermű életében is a 2007-es év hozta a legnagyobb változást, 1981 után újabb hidegállványt (a negyediket) telepítettek, ez a történelmi következetesség jegyében egy Achenback-típusú, mint a legelső hengerállvány volt (100 év telt el a gyártásuk között). Az addigi min. 0,20 mm vastagság 0,040 mm-re csökkent, lehetővé téve ezzel főként a vékony termékek gyártásának növelését az autóipar részére. Ezzel kialakult az Alcoa-Kőfém mai termékstruktúrája.



■ 6. kép. Alumínium bányatám

70 év nagy idő, különösen az állandó változások, folyamatos növekedés, fejlődés mellett. A gyár történelme során voltak nehézségek, tulajdonosváltások, gyártási kultúrák változtak. A jubileumra összeállított kiállítás megtekintése jó alkalom biztosított, hogy végigsétálva a képek között folyamatában láthassuk azt a fejlődést, amely a mindenkori sikerességet biztosította. A mindennapi munkát és az ünnepnapokat bemutató képek segítségével pedig megérthettük azt a fontos szerepet, amelyet a Kőfém az itt dolgozók és a város életében betöltött. A Kőfém dolgozói büszkék hagyományaikra, a „magyar ezüst” történetében betöltött meghatározó szerepükre. Terveink szerint erről a BKL Kohászat következő számában önálló cikk formájában olvashatnak.

Irodalomjegyzék

1. Dr. Harsányi József. A Székesfehérvári Könnyűfémű történetének 50 éve. 1991.
2. Székesfehérvári Könnyűfémű – Alcoa-Kőfém Kft. Felelős szerk.: Horváth Tamás, 2001.
3. A magyar alumínium 50 éve. Főszerk.: dr. Várhegyi Győző, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984