

Az újrafeldolgozás mint nyersanyagforrás: az európai alumínium-újrafeldolgozó ipar ma és holnap

Az alumínium újrafeldolgozása új nyersanyagforrás, amely kiegészíti az elsődleges-alumínium-kohászat által biztosított anyagmennyiséget. A hulladékok sorában fontos szerep jut a kiselejtezett gépkocsiknak. Az EU „End of Life Vehicles” (ELV) irányelvének a nemzeti törvénykezésbe történő honosítása fontos célkitűzés, és ennek végrehajtása az autógyárak egyik megszívlelendő feladata.

1. Bevezetés

Az Európai Alumíniumkohászok és Újraolvasztók Szervezetének (OEA) nevében fejezem ki szerencsekívánataimat az ICSOBA fennállásának 40. évfordulója alkalmából.

Az OEA az Európai Alumínium Szövetség (European Aluminium Association, EAA) egyik szakcsoportjaként támogatja az alumínium újrafeldolgozását, ezen belül az anyagok elemzését, a begyűjtést, az értékesítést, a fémhulladék kezelését, az olvasztási technológiák fejlesztését, új ötvözet-összetételek kifejlesztését, a szabványosítást, a környezetvédelmet, beleértve az energiamegtakarítást, az egészségi és munkabiztonsági intézkedéseket stb.

Az OEA képviseli az alumínium-újrafeldolgozó ipar érdekeit a közületek, a gazdasági szervezetek, a törvényhozók, a kormányok és hatóságok, a nem kormányzati szervezetek és a média felé. Az OEA-nak az Európai Alumínium Szövetség újrafeldolgozási divíziójával szemben fennálló jelentősége folyamatosan nő, amiként a fém-újrafeldolgozás is egyre fontosabb szerepet tölt be az alumíniumiparban, szervezeti felépítését az 1. ábra mutatja.

2. Az alumínium-újrafeldolgozó ipar új meghatározása

A fémújrafeldolgozó ipar a nyersanyagipar egyik különleges fajtája. A nyers-

* Günter Kirchner a rangos európai alumíniumkohászati szervezet, az Organisation of European Aluminium Refiners and Remelters (OEA, Európai Alumíniumkohászok és Újraolvasztók Szervezete) főtitkára. Az írás az ICSOBA 14. Nemzetközi Szimpóziumán, 2003. október 11-én elhangzott előadás rövidített változata.

anyagot általában az elsődleges termelés tárgyának tekintjük. Tágabb értelemben nyersanyagot értünk minden, fémalumíniumot tartalmazó anyagot, így a forgácsot, vágási hulladékot, reszeléket stb. és a lakossági, alumíniumtartalmú hulladékokat.

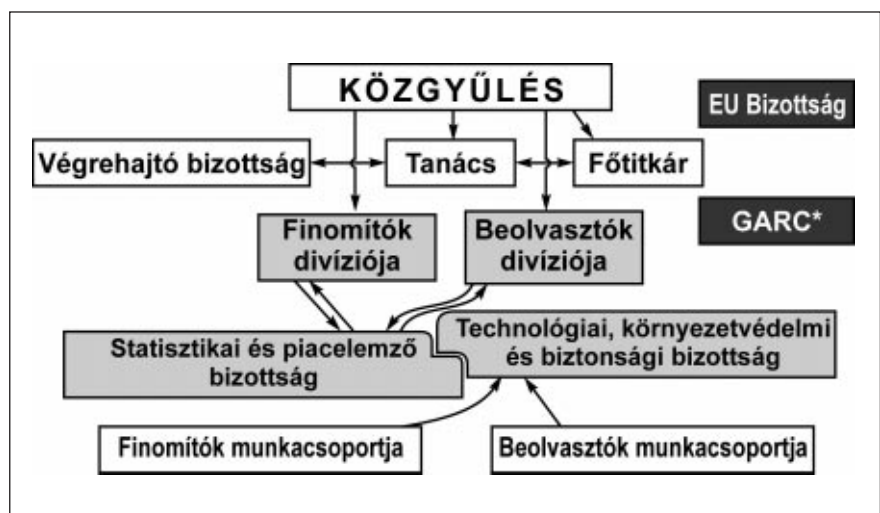
Mivel ezeket az anyagokat gyártási folyamatok eredményeként vagy lakossági használat után gyűjtik be, másodlagos nyersanyag megjelöléssel illetjük őket. Az ilyen anyagokat gyűjtő, osztályozó feldolgozó és beolvasztó vállalatok az újrafeldolgozó iparág résztvevői. A újrafeldolgozási ipar hagyományos megnevezése csak a (művihulladék és salak-) újraolvasztók és ötvözetgyártók számára volt fenntartva.

Az OEA kibővítette ezt a meghatározást mindazon üzemekre, vállalatokra, amelyek

ipari méretekben foglalkoznak fém-, ill. ami esetünkben alumíniumtartalmú anyagoknak az újrafeldolgozásával (2. ábra).

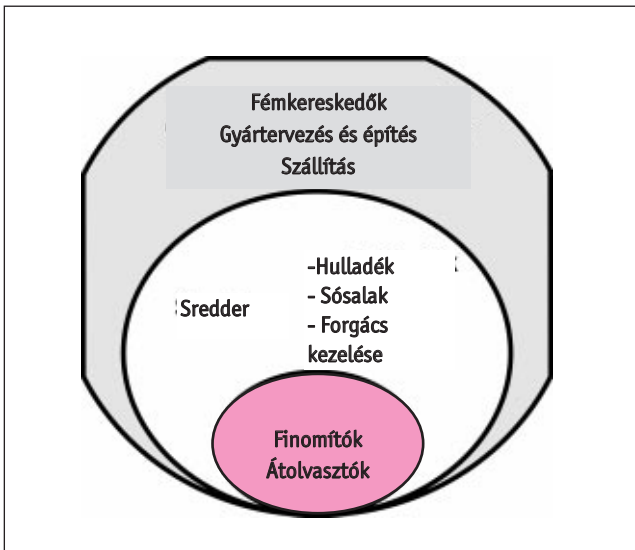
3. Az EU alumínium-újrafeldolgozó iparának szerkezete

Különbséget kell tenni finomítók és újraolvasztók között. A finomítók dezoxidálószereket gyártanak alumínium- és alumíniumöntvény-hulladékból. Az újraolvasztók alumínium-előötvözeteket állítanak elő. A finomítók terén folyamatosan nő a nagyobb üzemek aránya. 2003 közepén 136 cég gyártott öntvényeket és dezoxidálószereket. Az utóbbi 10 évben a finomítók száma 100 vállalattal csökkent. Különösen a 20 kt/év-nél kisebb kapacitású üzemek száma csökkent jelentősen. Ennek oka az Európában szigorodó környezetvédelmi előírások bevezetése, amelyeket a kisebb vállalatok tőkehiányuk miatt nem tudnak teljesíteni. A nyugat-európai finomítók teljesítménye növekvő irányzatú. A vezető államok Németország és Olaszország, amint ezt az 1. táblázat és a 3. ábra világosan jelzi.

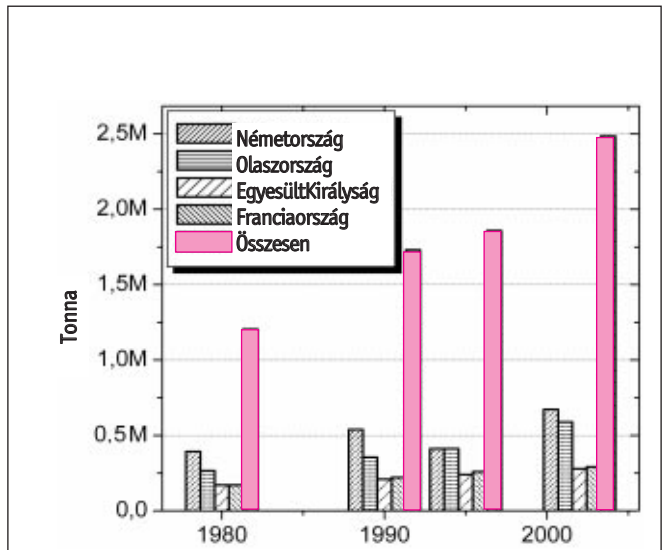


■ 1. ábra. Az Európai Alumíniumkohászok és Újraolvasztók Szervezetének (OEA) felépítése

*GARC: Global Aluminium Recycling Committee (globális alumínium-újrafeldolgozás bizottsága)



■ 2. ábra. A fém-újrafeldolgozás résztvevői



■ 3. ábra. Az európai alumíniumgyártók termelésének alakulása

Az öntészeti ötvözetek fő felhasználója az öntőipar, amely például hengerfejeket, motorblokkokat, hajtóműházakat stb. gyárt. Számos országban a gépkocsigyártás az alumíniumöntvények 80%-át is felhasználja. Várhatóan a további néhány évben is a gépkocsigyártás használja fel a legtöbb alumíniumöntvényt.

Az alumíniumöntvények nagy része elsődleges ötvözetekből készül. Ez azt jelenti, hogy mostantól számított 12 év múlva ezen ötvények elkülönített újrafeldolgozása érdekessé válik. Az újraolvasztó üzemek eloszlását Európában a 2. táblázat szemlélteti. A legtöbb újraolvasztó üzem prés- vagy hengerművekhez kapcsolódik. Termékeik sajtoltási tuskó, platinák és néhány esetben K-tömb.

3.1. A legújabb EU-bővítés hatása

Ha az EU újabb 10 taggal bővül, a meglévő, másodlagos fémet felhasználó öntő-

kapacitások kerek 330 kt/év-vel bővülnek. Lengyelország, a Cseh Köztársaság és Szlovákia a vezető államok. Nyugat-Európa várhatóan versenyképes lesz azokkal a vállalatokkal szemben, amelyeknek egy ideig még alacsonyabb marad a környezetvédelmi szintje.

4. A másodlagos alumínium nyersanyagának rendelkezésre állása

4.1. Az általános kép

Az összes alumíniumkészlet nagyobb részét még az alumínium-oxidból (timföldből) elektrolízis útján előállított alumínium képezi (4. ábra).

Paul Héroult és C.M. Hall alumíniumgyártási szabadalmának megvalósítása, 1886 óta 2002-ig az ipar közel 720 Mt alumíniumot termelt. A valódi fémkészlet kisebb, bár általában az alumíniumot csak használják, de nem fogyasztják. Mind-

amelltt a fémkészlet egy része már nem áll rendelkezésre, mert számos okból kifelé átalakult alumínium-oxiddá. Ezen okok:

- a természetes oxidáció,
- a lebontó felhasználás (deoxidálási céllal az acéliparban stb.)

A fémmennyiség egy részének visszagyűjtése nem történt meg, mert bizonyos esetekben ez még nem gazdaságos. Van egy határvonal, amelyen túl nem az újrafeldolgozás a legjobb megoldás. Ez az eset, ha újrafeldolgozáshoz szükséges energia több, mint a fémbe tárolt energia.

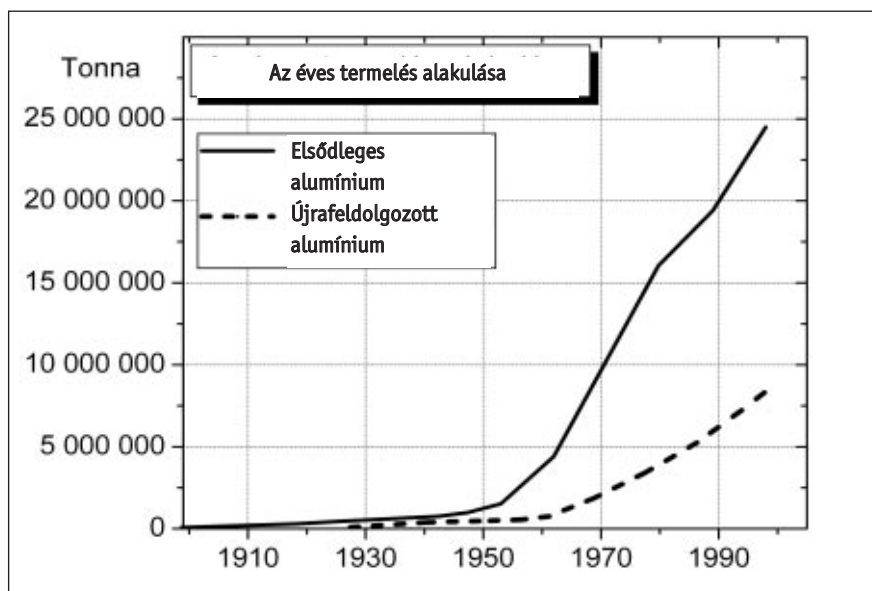
Nagyon nehéz az oxidáció vagy a szemétkerülés révén fellépő fémvesztés kiszámítása. Vannak becslések, de ezek bizonytalanok. Kétségtelenül keletkezik fémvesztés az elektrolízistől a végfelhasználásig, még az újrafeldolgozási folyamatban is. Ez minden anyag esetében

1. táblázat. Az európai alumíniumfinomítók szerkezete 2003-ban

Termelés	Franciaország	Németország	Olaszország	Spanyolország	Egyesült Királyság	Európa
> 100 kt		1				1
100 kt-ig	2	5	6			14
50 kt-ig	3	2		3	3	14
40 kt-ig			3			5
20 kt-ig	4	5	5	5	5	26
10 kt-ig	2	2	3	4	5	18
5 kt-ig	6		21	16	11	58
Országoként	17	15	38	28	24	136

2. táblázat. A nyugat-európai újraolvasztó ipar szerkezete

Skandinávia	12
Németország	21
Hollandia	5
Egyesült Királyság	19
Svájc	5
Belgium, Luxemburg	5
Olaszország	23
Franciaország	9
Spanyolország	7
Összesen	115



■ 4. ábra. Az elsődleges és másodlagos alumínium termelésének alakulása

normális jelenség. Másrészt az alumíniumhulladéknak elsősorban a minőségtől és fémkihozataltól függő nagy értéke, amely közel áll a készpénzes LME-árhoz (a Londoni Fémtőzsde árához), biztosíték arra, hogy az alumíniumot a felhasználási fázis után begyűjtsék és újra feldolgozzák.

A fémvesztés ellenére az általános fémkészlet növekedőben van. 2002 végén a világ globális fémkészletét kerek 500 Mt-ra becsülték. Ennek a készletnek csak kis része hasznosítható minden évben az újrafeldolgozásra, mert az alumínium legnagyobb része még a használati fázisban van. Ez a használati fázis a csomagolóanyagok néhány hetes időtartamától az építészeti alkalmazások 50 éves vagy hosszabb használati idejéig terjed. Ha figyelembe vesszük, hogy az alumínium globális sikeresztória az 1970-es években kezdődött, napjainkban is még messze vagyunk attól az állapottól, hogy a teljes alumíniumigényt újrafeldolgozott anyagból lehessen kielégíteni.

4.2. Az elsődleges fém helyettesítése

Az ebből a készletből gyártott termékek előállításához használt alumínium helyettesíti az elsődleges fémet, mert nincs szükség kiegészítő, elsődleges alumíniumra ezekhez a gyártmányokhoz. Ha elegendő másodlagos alumínium állna rendelkezésre a teljes igény kielégítésére, egyáltalán nem lenne szükség elsődleges fémmre. Vajon ez azt jelenti, hogy közel van az elsődleges alumíniumot gyártó ipar

végőrája? Elméletben ennek vannak előjelei. De a valóság kissé más. Messze vagyunk attól, hogy elérjük ezt az állapotot. Nem szabad elfelejtenünk, hogy az alumínium nagyon fiatal fém. Az összes ipari fémek közül a legfiatalabb. A jelenlegi fémkészlet túlságosan kicsi, és évtizedekre lesz szükség, amíg ez a helyzet megváltozik. Pillanatnyilag az alumíniumigény növekedése évi 3%, és amennyire jelenleg meg tudjuk ítélni, ez a növekedés sok éven át nem fog változni.

Ahhoz, hogy javítsuk az ipar ismereteit az alumínium jövőbeni rendelkezésre állásáról, kialakították a hulladék-helyzet-forgatókönyv számításokat. Jelenleg még csak tervezet szintjén léteznek, de folyamatosan javítják őket, és a globális hulladékáram modellekhez kapcsolódnak. Anélkül, hogy túlértékelnénk e modellek jelentőségét, már eddig is jó hasznukat vettük, mert jóval több ismerethez jutottunk a globális és regionális hulladékáramról.

Az európai forgatókönyv (Rombach, IME, Rajna-Vesztfáliai Műszaki Főiskola) azt mutatja, hogy az újrafeldolgozott alumínium messze van attól, hogy kielégítse az alumíniumigényt. A forgatókönyv szerint 2010-ben 11,7 Mt-ra becsülik a belföldi alumíniumigényt. Az újrafeldolgozott fém mennyiségét ugyanakkor 5,4 Mt-ra feltételezik. 2040-re a forgatókönyv 21,5 Mt belföldi igényt jósol, és a másodlagos alumínium becsült mennyisége 11,9 Mt.

Jó okuk van az elsődleges alumíniumot

gyártóknak, hogy nagyon gondosan figyeljék a másodlagos fém termelésének fejlődését. Ha új beruházásokat terveznek az elsődleges alumínium gyártására, nem elég csupán a várható igénnyel számolni, szükséges figyelembe venni a másodlagos fém termelésének alakulását is.

5. Az EU alumínium-újrafeldolgozó iparának alumíniumhulladék-termelése

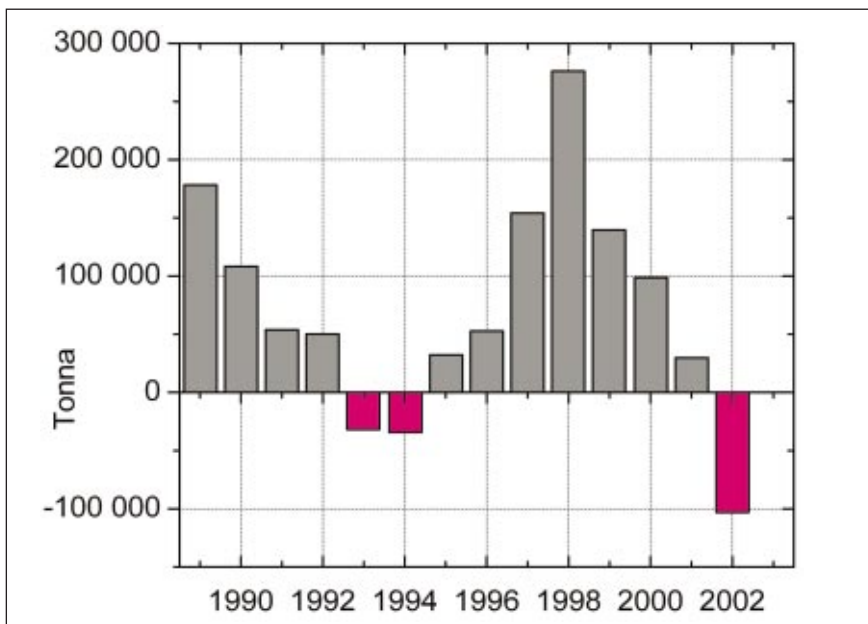
Az alumínium-újrafeldolgozó ipar kulcstényezője az alumíniumhulladék. Az alumíniumhulladék nem szemét, hanem fontos nyersanyag. Ha ez a nyersanyag Európában hiánycikké válna, az európai újrafeldolgozó iparnak nagy problémái keletkeznének. Tavaly és idén az első negyedévben ez a tény különösen érzékelhető volt.

2002 első negyedében nemzetközi szinten is drámai aluhulladék-hiány alakult ki. A hulladékár hirtelen megemelkedett, és ezt követték az ötvözetárak is. Ez a helyzet megmaradt az egész év folyamán. A helyzet ilyen alakulása következtében az EU-ban a hulladékelátás területén megbillent az egyensúly (5-7. ábra).

A hiány oka nem az újrafeldolgozott alumínium csökkenése volt. A újrafeldolgozott mennyiség évről évre nő. Ezen hiány oka a hulladék iránt világszerte megnőtt kereslet. Néhány év óta az egész világon új beolvasztó kapacitásokat helyeznek üzembe, annyi kapacitást, amelynek a kielégítésére a keletkező hulladék nem elegendő.

A hulladékvásárlók között a Kínai Népköztársaság áll az élen, de India és Pakisztán is nagy hulladékgigénylők. Ezek az országok egyre több hulladékot vásárolnak Európától. Másrészt egyes országok neheztlik vagy tiltják a hulladék exportját. Ezek között van Oroszország és Ukrajna. Az ezekből az országokból importált alumíniumhulladék az európai beolvasztóműveknél jelentős tétel volt. E forrás immár elapadt.

A további fejlődéstől függően az EU alumínium újrafeldolgozó ipart az EU Bizottság alkalmas intézkedések megtételére ösztönzi. Itt figyelembe kell venni, hogy az EU országainak – Görögország kivételével – csak kis nyersanyagkészletei vannak, Franciaország pedig ma már nem rendelkezik ilyennel (bauxittal). Az egyetlen rendelkezésre álló nyersanyag a másodlagos fém, amelyet alumíniumhulla-



■ 5. ábra. Az EU alumínium import-export egyenlegének alakulása (a negatív értékek export-többletet jelentenek)

dékből nyernek. Európában a hulladékforrások, azok a vállalatok, amelyek a hulladék birtokában vannak, és az ebből gyártott termékek fogyasztói eszményi módon egymás közelében vannak. Ésszerűtlen lépés volna ezt az eszményi gazdasági háromszöget veszélybe sodorni azzal, hogy az alumíniumhulladékot más régióknak adnók el. Ez ökológiai és gazdasági szempontból is helytelen lenne.

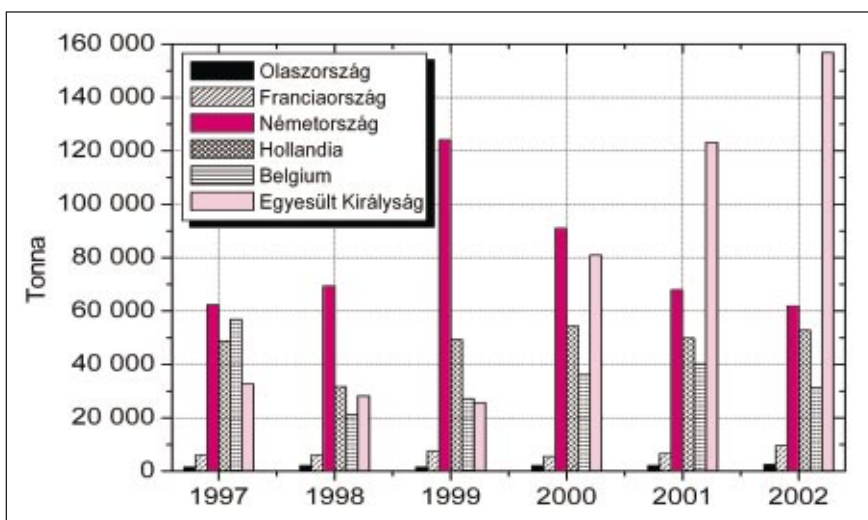
6. Új európai hulladékszabványosítás

Az alumíniumhulladék különféle formában létezik. Bármely hulladékudvaron körültekintve még a laikus is megállapíthat-

ja, hogy öt fő hulladékcsoportot lehet megkülönböztetni. Ezek a következők:

- öntvényötvözet-hulladék,
- nyersalumínium-hulladék,
- alakíthatóötvözet-hulladék,
- forgács,
- olvadéksalak.

A kereskedelmi alumíniumhulladék kb. 30 típusa ezekbe a főcsoportokba sorolható. Az elkülönítés szempontjait, pl. a vegyelemzés, a forma és a szennyezések határozhatják meg. Másik besorolási szempont, hogy a hulladék közvetlenül az alumínium termelésénél vagy feldolgozásakor keletkezik, vagy a használt termékekből. Egy újabb rendeltetési megközelí-



■ 6. ábra. A nagyobb EU-országok alumíniumhulladék-exportja Távol-Keletre

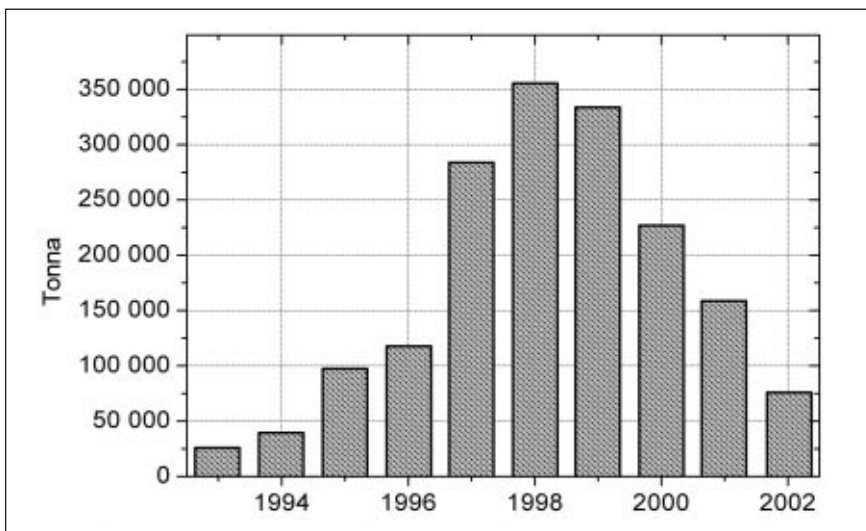
tés, amely tartalmazza a besorolás jól ismert és kipróbált módszereit, az európai szabványosítási testület (Comité Européenne de la Normalisation, CEN) alumíniumhulladék-szabványa, amelyet nemrég tettek közzé. Ez 16 egyedi szabványt tartalmaz, amelyek gyakorlatilag az összes szabványtípusokat lefedik.

1. rész: Általános követelmények, mintázás és vizsgálatok
2. rész: Ötvözetlen alumíniumhulladék
3. rész: Huzal- és kábelhulladék
4. rész: Egyetlen ötvözetet tartalmazó hulladék
5. rész: Két vagy több, ugyanazon sorozathoz tartozó, alakítható ötvözetet tartalmazó hulladék
6. rész: Két vagy több, alakítható ötvözetet tartalmazó hulladék
7. rész: Öntvényeket tartalmazó hulladék
8. rész: Alumíniumelválasztó eljáráshoz tartozó, szedderes aprításból származó nemvasfémhulladék
9. rész: Nemvasféanyagok elválasztó eljárásából származó alumíniumhulladék
10. rész: Használt alumínium italosdobozokat tartalmazó hulladék
11. rész: Alumínium-réz tartalmú radiátorokat tartalmazó hulladék
12. rész: Egyetlen ötvözetet tartalmazó forgács
13. rész: Két, vagy több ötvözetet tartalmazó vegyes forgács
14. rész: Felhasználás utáni alumínium csomagolóanyag hulladéka
15. rész: Bevonattól mentesített, felhasználás utáni alumínium csomagolóanyag hulladéka
16. rész: Salakot, fémhabokat, elfolyásokat és fémrészeket tartalmazó alumíniumhulladék

Ezeket a szabványokat, amelyek valamennyi hulladékfajtát felölelik, az alumíniumipar, a kereskedők és egyéb érdekelt csoportok, valamint az első hivatalos szabvány képviselői dolgozták ki. Ez lesz végül az európai alumíniumhulladék-ipar értékjelzője.

7. Az EU hulladéktörvényeinek hatása

2000. október 21-én hatályba lépett az Európai Parlament és Tanács 2000/53 jelű irányelve az elhasználandó (end of live = ELV) járművekről. Az irányelv szerint évente 8-9 millió tonna hulladék keletke-



■ 7. ábra. Európa alumíniumhulladék-importja a FÁK országokból

zik a gépkocsik bontásából, amelyet szabványos körülmények között kell feldolgozni.

Az ELV-irányelv nemcsak a bontás és újrafeldolgozás szempontjából fontos. Meghatározza az általános elveket, amelyek fontosak Európában a termékkel kapcsolatos teljes politikára. Messzemenő következményei lesznek a végtermékek előállítására és az újrafeldolgozó iparra is.

Ugyancsak hatályba lép az Európai Parlament és Tanács elektromos és elektronikai hulladékokra vonatkozó irányelve. Ez az irányelv hasonló szerkezetű, mint az ELV-irányelv, előbbinek azonban nyilvánvalóan nagyobb hatása lesz az alumíniumipar szempontjából. Mindamelllett nem szabad alulértékelni az elektromos és elektronikai hulladékokra vonatkozó irányelvet, amely hozzávetőleg 320 kt újrafeldolgozható alumíniumhulladékot (becsült érték) eredményezhet a felhasználási fázis végén.

A lepusztult gépkocsik begyűjtésével és gazdaságos újrafeldolgozásával a gépjárműgyártókat bízták meg. Az utolsó tulajdonos számára költségek felmerülése nélkül kellett visszavenniük az ELV-járműveket, és kötelezettségük volt, hogy elérjék a megszabott újrafeldolgozási célokat. Így ők végeredményben abba a helyzetbe jutottak, hogy meghatározzák az ELV-hulladékok irányát. A gépkocsigyártók hasznolt hűzhettek a roncskocsikban lévő alumíniumtartalomról, és ezzel kiegyenlíthették újrafeldolgozási költségeiket. Jogot formálhattak tehát az elhasznált kocsik alumíniumtartalmára, és azt visszatartották saját fémgyártóegységeik számára.

Mindmáig a gépkocsigyártók érdeke lát-

szólag főképpen arra összpontosul, hogy az új törvényhez adaptálják az elhasznált gépkocsiknak a közepes méretű üzemekben már alkalmazott feldolgozási eljárásait. Itt különösen azt kell szavatolni, hogy legkésőbb 2006. január 1-ig az elhasznált gépkocsi átlagtömegének legalább 85%-át kell visszanyerni és újrahasznosítani. Legkésőbb 2015. január 1-ig legalább 55%-ot kell visszanyerni és újrahasznosítani. E célok eléréséhez a leginkább kedvelt technológia a szedderrel történő aprítás.

8. Új elválasztási technológiák

Az alumínium-újrafeldolgozó ipar új kihívásokkal szembesül, amióta egyre nagyobb hulladékmennyiségeket használnak fel alakítható ötvözetek gyártására. Azokat az elválasztási technikákat keresik, amelyek lehetővé teszik az öntészeti ötvözetek elválasztását az alakítható ötvözetektől, ezen túlmenően pedig a különféle alakítható ötvözet típusok hulladékának egymástól való elkülönítését. Újabb kifejlesztett technikák közül a lézergenerációs ívfényspektroszkópia vagy az átvilágításos röntgenelemzés látszik ígéretesnek.

A hulladékfajták mechanikus szétválasztása, különösen a felhasználótól származó fémhulladéknál nem nyújt biztosítékot arra, hogy a szétválasztott hulladék mentes a szennyező elemektől, és ezeket minimumra kell csökkenteni vagy teljesen el kell távolítani, ha az előírt ötvözet megkövetelt minőségét és tulajdonságait kívánjuk elérni. Gyakran, amikor kohóalumíniumból gyártanak ötvözetet, a szükséges

elemeket adagolják az alapfémbe. Ezek azonban nem felelnek meg a visszaforgatott ötvözet hulladék összetételének. Különleges, egyedi esetekben ezt a problémát a felhasználóknak kell megoldaniuk, pl. a gépkocsitervezőknek felül kell vizsgálniuk specifikációikat, és esetleg csökkenteni kell az ötvözők arányát. Ez természetesen nem lehet a végső megoldás. Manapság a kalcium és a magnézium kivételével egyetlen megoldás az ötvözet beolvasztása egy jóval tisztább alapfémolvadékba. Cél egy gazdaságos tisztítási technológia az alumíniumolvadéknak az öntőcsarnokban történő tisztításával az olvadéknak a folyamatban történő kezelésével. Ennek kidolgozásán a nagyobb iparvállalatok és kutatóintézetek foglalkoznak ma is.

9. Összefoglalás

Napjainkban a fémhulladék az alumíniumgyártás életfontosságú nyersanyagforrásává vált. Sőt, tovább megyek, és kijelentem, hogy ha az elsődleges alumíniumipar – amely nagy mennyiségű energiát használ el – nem tudja igazolni, hogy produktumát újból és újból visszakeringetik, nem fog tudni túlélni fennmaradó nyersanyagtermelőként.

Az alumíniumhulladékot az egész világon összegyűjtik, és kiváló minőségű ötvözetekké dolgozzák fel. Napjainkig az alumíniumhulladék mint nyersanyag értékes alternatíva volt az elsődleges alumínium mellett. Mindamelllett ez a másodlagos alumínium hozzájárult ahhoz, hogy az öntészeti ötvözetek gyártási kapacitása az alumíniumkohók kapacitásához hasonlóan növekedett. Ez végeredményben világszerte fölösleges alumíniumgyártó kapacitások keletkezését eredményezte.

A jövőben a beolvasztó kapacitások bővítése helyes gondolat. Jelenleg azonban jelentős gondokat okoz. A rendelkezésre álló hulladékért folyó hatalmas verseny az árrés csökkenéséhez vezetett. Ettől a jelenségtől az újrafeldolgozó ipar az egész világon szenved. Mindenki, aki a jövőben szándékozik beszállni az újrafeldolgozó iparba, tudatosodnia kell annak a ténynek, hogy a hulladék nem növelhető olyan mértékben, ahogyan szeretnénk. „A hulladék nem a fán terem.” Rendelkezésre állása korlátozott. Az árral megváltoztatható a hulladékaáramlás iránya, de a hulladék mennyisége nem.