

**Kivonat „Bepillantás a francia horganyöntészetbe” c. cikkből  
(BKL Kohászat, 135 (2002:8-10) 264-268.)**

### **A Zn-ötvözetek**

Ha arra kérdésre keressük a választ, hogy mivel magyarázható a Zn-ötvözetek kiterjedt öntészeti alkalmazása, a válasz kézenfekvő: kedvezőek a mechanikai és fizikai tulajdonságaik, és kiemelkedően jó az önthetőségük, amely lehetővé teszi, hogy akár a legbonyolultabb formájú, finom részleteket és egészen vékony falakat is tartalmazó termékeket hozzanak létre belőlük.

A Zn-ötvözetek családjának legismertebb tagjai a következő ötvözetek:

- A nagyipari célra az 1930-as években kifejlesztett hipoeutektikus „Zamak-ötvözetek”, ZL2, ZL3, ZL5, ZL6, ZL7 (pl. a Zamak-3, ill. ZL3-ötvözet, más jelöléssel ASTM AG40A, SAE 903). Ezek olyan funkcionális és dekorációs alkatrészek alapanyagai, amelyek precíziós öntéssel készülnek.
- Az 1950-es években kifejlesztett, hipereutektikus „Zamak-ötvözetek” (ZL8, ZL12 és ZL27), amelyek kiváló kopásállóságuk és hőállóságuk miatt kedveltek.
- A „Kayem-ötvözetek” (KA1, KA2), amelyek fő alkalmazási területét a műanyagok takarékos megmunkáló szerszámai jelentik (kivágó-, mélyhúzószerszámok, nyomásos öntés).
- A TONSUL-ötvözet, amely az előző csoporthoz képes a Mg-val való ötvözése tekintetében tér el, és elsősorban ékszerek, bizsuk alapanyaga.
- A rézzel, krómmal és titánnal ötvözött, Al-mentes „ILZRO-ötvözet”, amely elsősorban növelt hőmérsékleten nagy terhelésnek kitett alkatrészek céljára szolgál.

Az 1. táblázatban látható az említett ötvözetek kémiai összetétele tömegszázalékban, az EN 1774 szabvány szerint (a szennyezők megengedett értékét külön nem tartalmazza a táblázat, de fontos megjegyezni, hogy szigorúan korlátok vonatkoznak a Pb, Cd, Sn, Fe, Ni, Si, Ta, In és Mn mennyiségére).

	Al	Cu	Mg
ZL2	3,8–4,2	2,7–3,3	0,035–0,06
ZL3	3,8–4,2	0,03	0,035–0,06
ZL5	3,8–4,2	0,7–1,1	0,035–0,06
ZL6	5,6–6,0	1,2–1,6	0,01
ZL7	3,8–4,2	0,1	0,005–0,02
ZL8	8,2–8,8	0,9–1,3	0,02–0,03
ZL12	10,8–11,5	0,5–1,2	0,02–0,03
ZL27	25,5–28,0	2,0–2,5	0,012–0,02
KA1	3,9–4,3	2,7–3,3	0,03–0,06
KA2	3,9–4,3	2,7–3,3	1,5–2,0
„TONSUL”	3,8–4,2	2,7–3,3	0,5–0,6
ILZRO 16	0,01–0,04	1,0–1,5	0,1-0,2Cr + 0,15-0,25Ti

1. táblázat: A Zn-ötvözetek kémiai összetétele

A mechanikai tulajdonságok között a szilárdsági jellemzők elérik a lágyacéloké, és egyes típusok meglepően nagy nyomószilárdsággal (600 MPa), ill. kifáradási határral (140 MPa) bírnak, a nyúlásuk viszont alig éri el a 10%-ot, különösen öntött állapotban. Érdekes, hogy az öntést követően, 1-2 év alatt lezajló öregedési folyamatban szilárdságuk akár 25%-kal is csökkenhet (ez is magyarázza, hogy miért oly kevésbé tartósak az olcsó „spiáter” anyagú gázpisztolyok).

## A jellemző öntési technológiák

A horganyötvözetek kiváló öntészeti tulajdonságaihoz a kis olvadáspont és a zömüknél nagy dermedési hőköz mellett még az is hozzájárul, hogy a mérettartomány igen széles, a termékek gazdaságosan állíthatók elő, és az alapanyag alkalmas a legtöbb öntési technológiával való feldolgozásra, nevezetesen:

- Homokformaöntés, amely leginkább az egyedi darabok, kis sorozatok, ill. nagy méretű darabok gyártására használt technológia. Erre a célra a KA1 és KA2, illetve a ZL12 és ZL 27 ötvözetek alkalmasak.
- Gravitációs formaöntés és kokillaöntés, amely a kis és közepes sorozatok technológiája. Erre a célra is leginkább a KA1 és KA2, illetve a ZL12 és ZL 27 ötvözetek terjedtek el.
- Nyomásos öntés, precíziós öntés közepes és nagy darabszámú alkatrészek gyártására ZL3, ZL5 és ZL2 ötvözetekből. Ez a technológia a legelterjedtebb a Zn-ötvözetek öntészetében.

## Alkalmazási példák

### Prototípusgyártás

Gyakran nem ismeretes, hogy a prototípusok Zn-ötvözetekből való gyártásának kétféle szerepe lehet. Egyrészt lehetővé teszi, hogy optimális feltételekkel készítsék el és tegyék vizsgálhatóvá a nagy sorozatban gyártani tervezett alkatrészeket, másfelől pedig az, hogy kielégítsék az egyedi, ill. kis darabszámú igényeket. A horganyötvözetekből való prototípusgyártást az öntés mellett forgácsolással is végzik.

Az egyszerűsített, néhány ezer besajtolási élettartamú szerszámban nyomásos öntéssel készülő prototípusokkal megvalósul a „valódi technológia – valódi anyag” elv (1. ábra). Előnyös, hogy az így készült prototípusok nem csak esztétikai és méretellenőrzésnek vethetők alá, hanem mindenféle mechanikai vizsgálat is elvégezhető rajtuk. A ZL 12 ötvözetek homokformaöntése lehetővé teszi a végleges gyártmányalakhhoz nagyon közeli prototípus elkészítését, viszont az egyedi jelleg miatt mechanikai vizsgálatok nem végezhetők el. Ugyanez a hátránya a forgácsolással készített prototípusoknak is.



## A Kayem-ötvözetek alkalmazása

A KA1 és KA2 ötvözeteket az űrtechnikától az autóiparig számos helyen alkalmazzák könnyűfém-, sárgaréz és acéllemezek, valamint műanyagok mélyhúzó-, hajlító- és kivágószerszámainak anyagaként (2. ábra). A szerszámok gravitációs homokformaöntéssel készülnek. A Kayem-ötvözetek gazdaságosságát a következő tényezők adják: élettartam, méretpontosság, felületi állapot, gyors legyárthatóság, amelyek optimuma a kis és közepes sorozatban készülő alkatrészeknél jelentkezik. Ugyancsak kedvezőek a Kayem-ötvözetek súrlódási és kopási tulajdonságai, jó hővezető képessége, a szabad ég alatti tárolás lehetőség, és az egyszerű újrafeldolgozhatóság. A nagyobb mechanikai igénybevételnek kitett részeket acélból készítik.

A Kayem-ötvözetek önthetősége kiváló: a legfinomabb részletek is tökéletesen kialakulnak a formában, a megszilárdulásakor fellépő deformációk csekélyek, ami jelentősen csökkenti az utómunkálatokat, gyakran el is hagyhatók. Könnyűszerrel lehetséges vegyes anyagú (Kayem/acél) szerszámokat is készíteni, amikor a matrica vagy a bélyeg anyaga acél. A Kayem-ötvözetből készített szerszámok az önkellő jellegük miatt szorosan illeszthetők.



2. ábra: Mélyhúzószerszám Kayem-ötvözetből

### Táskapárolgatók, parfümös üvegek

A 3. ábrán látható, 6 darabból álló, újratölthető táskapárolgató szett (anyaga ZL-5) nem mondható mindennapi használati tárgynak, miként a parfümös üvegek sem, de a precíziós öntéssel készített termékek több érdekességet is mutatnak:

- egyszerre tartalmaz fényes és matt aranyozást,
- Zamak, műanyag és üveg alkatrészek vannak összekombinálva,
- „tömeghatás” (luxuscikk), különleges forma,

3. ábra: Aranyozott párolgatókészlet



### Zárókupak italosüvegekre

A márkás italok üvegeinek esztétikus, luxus-hatást keltő zárókupakjait (4. ábra) gyakran készítik nyomásos öntéssel Zn-ötvözetből, majd ragasztással összeszerelik a parafabéléssel. A feliratok, vésetek természetesen már az öntőformában kialakulnak. A felületet polírozással finomítják. Az arany, ezüst, króm, nikkel díszítés galvanizálással, PVD-eljárással, ill. festéssel, lakkozással készül.



4. ábra: Italospalackok zárókupakja

### Röntgensörögztítő egység

A fogászati röntgenberendezések röntgensöveinek foglalata és rögzítőegysége (5. ábra) Zamak-5 ötvözetből készül. Az anyagválasztást az alábbi tényezők indokolják:

- szilárdság,
- nagy atomtömeg,
- jó tömítési jellemzők,
- kataforézissel való feketíthetőség.

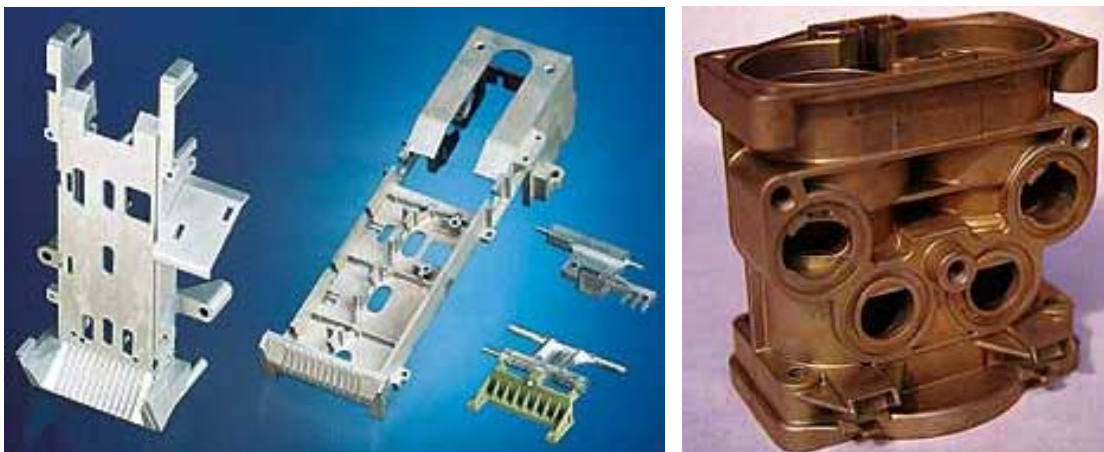


5. ábra: Röntgensőfoglalata és rögzítőelemei

## Jegykezelő automata alkatrészei

A 6/a. ábrán látható alkatrészek Zamak-5 ötvözetből készülnek, és a francia regionális autóbusszjáratokon működő jegykezelő automatákat működtető szerkezetének fődarabjai. Nagy méretpontosságú alkatrészekről lévén szó (pl. az egyik 8 mm átmérőjű alkatrészen 0,03 mm a tűrés), vákuumos öntéssel készítik őket, s ennek révén nincs szükség utólagos forgácsoló megmunkálásra az elektromágnes tartófülein sem.

Ugyancsak a szigorú tűrésekkel készülő gyártmányra mutat példát a 6/b. ábra, amelyen egy tehergépjárművekbe épített fékszelepház látható, szintén ZL5-ötvözetből.



6/a. ábrán: Jegykezelő automata alkatrészei 6/b. ábra: Wabco fékszelepház

## Rögzítőcsapszeg

A 7. ábrán látható ZL5 anyagú önmetsző rögzítőcsapokat gipszkarton falak (válaszfalak, burkolatok, álmennyezet) rögzítésére fejlesztették ki. A rögzítőcsapfej és az elfordítható nyelv egy öntési műveletben készül, mivel a Zamak-ötvözetek kiváló önthe-tősége folytán nem okoz problémát az összetett és pontos forma kitöltése. A csapszeg behelyezésekor válik szét a csapszegfej és a nyelv, amelyeket az öntés után 4 db, min-dössze 0,9 mm átmérőjű gát fog össze. A két darab egyben marad az elfordítás után is. A Zamak-ötvözet szilárdsága jó, a becsavaráskor biztonságosan ellenáll a törésnek. A kedvező korróziós tulajdonságok miatt nem kell tartani semmilyen elszíneződéstől, rozsdásodástól, amely az acélnál felléphet. A precíziós öntés gazdaságos gyártást tesz lehetővé nagy sorozatban.

## Ablaknyitó és záró szerkezet

A fából, ill. műanyagból készült ablakkeretek nyitó-záró szerkezete is gyakran készül horganyötvözetből (8. ábra). Számos apró alkatrészt tartalmaznak, amelyek szilárdsága és kopásállósága is kedvező. A teljesen acélból készülő szerkezetekhez képest 30%-os méretcsökkenést lehet elérni a Zamak-ötvözetekkel, amely igen előnyös az ablakkeretekbe munkálandó fészkek készítésekor.



7. ábra: Ablaknyítószerkezet alkatrészei



8. ábra: Önmetsző rögzítőcsap

## Kábeltoldó saru

Az optikai kábelek toldásakor speciális tartókészülékben rögzítik a kábelvégeket, amely kábelsaruk anyagaként is gyakran használják a Zamak-ötvözeteket. A szilárdság, a méretpontosság, a jó forgácsolhatóság az e gyártmánynál leglényegesebb tulajdonságok. A 9. ábrán látható készülék 3 db kábel toldására alkalmas. A kis sorozatban gyártott (50-200 db) alkatrészt gravitációs kokillaöntéssel készítik.

## Telefonkészülék-ház

A 10. ábra olyan telefonkészülék-ház sorozatgyártás előtt utolsó prototípusának két felét mutatja, amelyet Franciaországban kizárólag exportra gyártanak. A legvékonyabb falak vastagsága alig éri el az 1 mm-t. Az utcai telefonkészülékek prototípusa ZA-12 (Ilzro12) ötvözetből készült precíziós homokformaöntéssel. A sorozatgyártás precíziós öntéssel zajlik.



9. ábra: Saru optikai kábelek toldására

10. ábra: Telefonkészülék-ház prototípusa

## Ajtókilinc

A felsőkategóriás gépkocsik egyik lényeges különbsége a tömegautókhoz viszonyítva, hogy nem takarékoskodnak az anyagválasztásnál. Nemcsak a kárpit bőr, de itt nem mellőzik a rozsdamentes acélt, az alakemlékező ötvözeteket stb. A 12. ábrán látható kilinc ZL-3 ötvözetből készül precíziós öntéssel. A hornyok belemarása után kromatózással, majd „lágý” festékkel nyeri el végső, „bőrhatású” felületi minőségét.



11. ábra: Luxusautó ajtókilincse öntött és „bőrhatású” állapotban

## Húzózá

Kevés olyan termék van, amelyet ennyien használnak – és ennyire nem tudják róla, hogy miből is készül. A 12. ábrán bemutatott húzózá 4 alkatrészt tartalmaz. Az acél sapkával és rugóval ellátott csúszkatest, valamint a kengyel horganyötvözetből készül. Az automatikus összeszerelés miatt a mérettűrései 0,05 mm-esek. Az öntvénynek a könnyű mozgathatóság miatt nagyon finom felületűnek kell lennie a belső lapokon is.



12. ábra: Húzózá