

## Palackkupakok – minden mennyiségben és mindenféle minőségben. 2. rész: A kupakok gyártóeszközei

Ki gondolná, hogy egy-egy palack kupakja mind a sokféle elvárást kielégítő tervezési trükkök, mind pedig a mai technikai határokat súroló gyártmányomód miatt valóságos műremek, amelyet emellett fillérekért kell előállítani, hiszen pár perces vagy néhány napos használat után legtöbbször úgymint a szemétkébe dobják. Az alábbi cikk 1. része az előző számban bemutatta, hogy mit is várnak el a feldolgozók, a töltőüzemek és a fogyasztók a kupakoktól. A jelen számban olvasható 2. részben pedig arról adunk számot, hogy a gép- és szerszámgyártók mekkora műszaki erőfeszítéseket tesznek azért, hogy a kupakok megfeleljenek ezeknek a fokozott igényeknek.

*Tárgyszavak: csomagolástechnika; palackzárás; kupak; gyártástechnológia; sajtolás; fröccsöntés; fröccsöntő gépek; fröccsszerszámok.*

### Kupakgyártás: sajtolni vagy fröccsönteni?

A kupakokat jelenleg két alapvető feldolgozási eljárással készítik: sajtolással és fröccsöntéssel. A sajtolt kupakok kb. 60%-ot, a fröccsöntött kupakok 40%-ot tesznek ki, de az utóbbiak részaránya növekszik.

Az olaszországi központú multinacionális Sacmi cég mintegy 1500 sajtológépe gyárt szerte a világon az ugyancsak ennél a cégnél gyártott szerszámokkal műanyag kupakokat, amelyek a piacon forgalmazott sajtolt kupakok kb. 40%-át teszik ki. A cég kutató-fejlesztő részlegében több mint 500 különböző kupakféleséget hoztak létre. A Sacmi a sajtolás legnagyobb előnyének a viszonylag alacsony költséget tartja. Egy buborékmentes víz forgalmazására szánt palack kupakjának tömegét sikerült annyira csökkenteni, hogy megközelíti az 1 g-ot. A CCM48SC típusú sajtológépre szerelt 48-fészkés szerszámmal 1,44 s ciklusidővel óránként 2000 1,25 g-os kupakot állítanak elő.

A sajtolás további előnye a cég szerint az alacsony energiaigény, a rövid ciklusidő, a jó reprodukálhatóság, a csekély karbantartás és a rugalmasság – a sajtológépeket könnyen és gyorsan lehet átállítani másik vagy más színű termék gyártására. A gyártóberendezés viszonylag egyszerű, könnyen kezelhető és inline szabályozórendszerrel is ellátható.

A kupakok sajtolásának hátránya, hogy csak kevés paramétert lehet a gépen beállítani. Sajtolással nehezen lehet hátrametszéseket, pl. tömítőajakot kialakítani.

Akik a fröccsöntés mellett érvelnek, a formaadás nagyobb szabadságát (ennek révén a tömegcsökkentést), a kupakok – különösen a kis tömegűek – jobb minőségét, az

egy lépésben végezhető gyártást, a gépek kisebb helyigényét, a villamos fröccsgépek kis energiafelhasználását emelik ki. Az Engel Austria képviselője emellett elismeri, hogy bélelt kupakot egyszerűbb sajtolással gyártani. Az Arburg cég szerint a fröccsöntött kupakok között kevesebb a selejt és kevésbé kopik a berendezés. A Netstal az utómunkák elmaradását hangsúlyozza, nagy előnynek tartja, hogy a szerszámból kiemelt kupakkal azonnal le lehet zárni a palackot. A német-japán Sumitomo (SHI) Demag Plastics Machinery elismeri, hogy a sajtolásnak jobb az energiamérlege, mégis a fröccsöntés mellett teszi le a garast annak nagyobb precizitása, jobban vezérelhető paraméterei, magasabb reprodukálhatósága és kisebb beruházási költségei miatt. A Ferromatic Milacron azt is az előnyök közé sorolja, hogy nagyobb a gépek választéka, a fröccsgépen kisebb tömeget kell mozgatni, és nem okoz gondot a biztonsági gyűrű egyidejű kialakítása sem. (A sajtolt kupakokon a perforálást utómunkaként kell elvégezni.)

## **Ha a kupakokat fröccsönteni érdekesebb, villamos vagy hibrid legyen a gép?**

Bár ma még a piacon több a sajtolt, mint a fröccsöntött kupak, úgy tűnik, ez az arány belátható időn belül meg fog változni. *A kupakgyártók többsége fröccsönteni fogja a kupakokat.* Újabb kérdés, hogy teljesen villamos hajtású vagy hibrid gépet vásároljon-e.

A Netstal a teljesen villamos hajtású fröccsgépek előnyeként sorolja fel valamennyi tengely rendkívül precíz mozgását és a gép kis energiafelhasználását (amihez hozzájárul a rekuperáció, a kihasználatlan energia visszavezetése a rendszerbe), a rövid ciklusidőket, a tiszta (emissziómentes) üzemelést, a csekély karbantartási igényt. Az ilyen gépnek emellett kevés hűtővízre van szüksége, ami ugyancsak energiamegtakarítást eredményez. Tudomásul kell azonban venni, hogy a villamos fröccsgépek befroccsentési sebessége a hidraulikus gépek 2200 mm/s sebességével szemben legfeljebb 450 mm/s.

A hibrid gépek valamennyi tengelye a lehető legdinamikusabban mozog, mert minden pozícióban optimális hajtással dolgozik. A csomagolóeszközök gyártásához pl. szervoelektromos záróegységet, hidraulikus fröccsegységet és hidraulikus tárolási technikát alkalmaznak. Hibrid gépeken is megvalósítható a rekuperáció, ami által optimalizálható az energiafelhasználás. Ezek a gépek is kis ciklusidővel dolgoznak, a szerszámzárás körül kialakítható az emissziómentes tisztatér, víztakarékosak és kevés karbantartásra van szükségük. Ha mozgatást igénylő magokat tartalmazó szerszámot szerelnek a gépre, a mozgatáshoz már rendelkezésre áll a hidraulika.

A hidraulikus gépek nem elhanyagolható előnye az alacsonyabb ár. A villamos hajtású gépek ára a záróerő és a fröccsegység növekedésével meredeken nő, ebben a tartományban a hidraulikus gépek jóval gazdaságosabbak.

A fröccsöntő üzemekre jellemző a szoros együttműködés a gép- és szerszámgyártókkal; a kupakok fejlesztését is közösen végzik. A kupakokat hagyományos műanyag-feldolgozók gyártják, de vannak olyan töltőüzemek, amelyek maguk rendezkednek be erre. Mindkét esetben cél az anyag- és energiaköltségek optimalizálása.

## Hogyan lehet az energiával takarékoskodni?

Ha egy műanyag-feldolgozó beruházásra szánta el magát, olyan berendezést szeretne vásárolni, amelyen nagyobb mennyiséget termelhet jóval kevesebb energiával, mint a korábbi berendezésekkel, emellett igényt tart a legmesszebb menő automatikus minőségbiztosításra is. A piacon kínált gépek és technológiák összehasonlítása azonban nem egyszerű, mert az eredményeket a helyi körülmények erősen befolyásolják.

Egy gyártósorban ma minden egyes elemnek hozzá kell járulnia az energiamegtakarításhoz. Egy nagy gondossággal és nagy szakértelemmel összeállított új berendezéssel akár 50%-kal kevesebb energiával is lehet termelni.

Egy felmérés szerint 2006-ban egy jó technológiával fröccsöntött kupak előállításához szükséges energiát 100%-nak véve 2007-ben egy ugyancsak akkor jó technológiával sajtolt kupakhoz ennek 80%-ára volt szükség. 2009-ben már 70% energiával is tudtak kupakot fröccsönteni, 2011-ben pedig mindössze 40%-kal. Az utóbbi eredmény 0,85 kWh/kupakot takar.

Egy francia szerszámgyártó (Plastisud) és egy osztrák fröccsgépgyártó (Engel Austria) 2012-ben közös vállalatot alapított Green Cap (Zöld Kupak) elnevezéssel, amelynek az volt a feladata, hogy víz és üdítőitalok csomagolásához kupakokat gyártó kulcsrakész gépsort fejlesszen ki Kína számára. A megrendelők igényei nem tértek el a világpiacon más szereplőinek igényeitől. A közös vállalat a gyártósorban az Engel Austria *e-cap* sorozatába tartozó villamos hajtású fröccsgépet és a Plastisud 96-fézszes szerszámát alkalmazta. A gyártósor 2,3 s-os ciklusidővel óránként 130 000 kupakot képes előállítani; a kupakok tömege (az eredetiséget szavatoló gyűrűvel együtt) 1,3 g. A gyártó szerint a gépsor energiafelhasználása 0,75 kWh/kg műanyag-granulátum. Az áram mellett hűtővízből is kevesebbre van szükség.

A Green Cap teljesítménye jó válasz a Global Closure Systems energiatakarékoságot sürgető felhívására. Ez az egész világra kiterjedő csoport (amelynek része az Obrist, a Bender, az UCP, a Zeller Plastics is) a források kíméletére, a termékek és a gyártási folyamatok fenntarthatóságára koncentrálnak. Támogatja a megújuló és a biológiailag lebomló alapanyagok alkalmazását, az anyagok újrafelhasználását és a CO<sub>2</sub>-lábnyom csökkentését. Számszerűen kifejezve: el akarja érni, hogy egy tonna műanyag feldolgozásához jelenleg szükséges 8,77 GJ energia 8,41 GJ-ra csökkenjen.

## A gépgyártók teljes gyártórendszerek szállítására törekszenek

A gépgyártók egyedi gépek vagy szerszámok helyett egyre gyakrabban teljes gyártósorokat kínálnak, ezekhez átfogó technológiát (know-how-t) és széles körű szervizszolgálatot is nyújtanak. Jó példa erre a fröccsgépeket építő kanadai Husky Injection Molding System, amely 2011-ben megvásárolta a szerszámgyártásban jártas ausztriai Kunststofftechnik Waidhofen (KTW) céget; ennek Németországban, Csehországban és Ausztriában is van szerszámgyártó üzeme. A két cég egyesülésének első eredménye a kupakokat gyártó *HyCap* gépsorcsalád. A rendszer meghatározó tagja a nagy teljesítményű fröccsgép, amelyhez akadálytalanul csatlakoztathatók a szerszá-

mok, a forrócsatornák, az automaták és más perifériák, emellett – a cég versenytársainak gyártóberendezéseivel összehasonlítva – 20%-kal kevesebb energiával 20%-kal nagyobb a kihozatala. Ez a kupakgyártó gépsor jól kiegészíti a Husky cég ugyancsak a közelmúltban összeállított *HyPET* gyártósorát, amellyel PET előformákat fröccsöntenek. A két gyártósor együttesen valóban egy komplett termelőegységet képez, amelyen jó hatásfokkal, kisebb darabköltséggel lehet PET palackokat gyártani.

## **Kupakok fröccsöntésére ajánlott fröccsgépek**

A Netstal cég a Corvagliával fogott össze egy PE-HD kupakokat gyártó gépsor felépítésére. Az előbbi a teljesen elektromos *Elion 2000* típusú fröccsöntő gépet, az utóbbi a 64-fészkés szerszámot készítette el. A gépet a düsseldorfi K 2010-es műanyag-kiállításon mutatták be. A kupakokat 64 g-os fröccsadaggal, 2 s ciklusidővel gyártották. A gépsor része volt egy minőség-ellenőrző egység is, amely közvetlenül a gyártás után minden egyes darabot optikailag vizsgált meg.

Az Engel Austria cég *e-cap* típusú villamos fröccsgépeiben szavatolja az 500 mm/s befröccsentési sebességet és a 3 s-nál rövidebb ciklusidőt. Gyártórendszerét elsősorban nagyon könnyű kupakok gyártásához ajánlja. Egy ilyen gépen fröccsöntött 29/25 típusú kupak tömege mindössze 1,3 g, egy *Short Neck 26,7* típusú kupak tömege pedig 1 g-nál is kisebb volt.

Az Arburg cég hibrid fröccsgépeit *Hidrive*, teljesen villamos hajtású gépeit *Alldrive* jelzéssel kínálja, ezek „*Packaging*” változatai különösen alkalmasak kupakok termelékeny és költségtakarékos előállítására.

A Sumitomo (SHI) Demag 2012-ben bemutatott *El-Exis SP* (Speed Performance) 450-3000 típusú gépével áttörte a ciklusidő „mágikus” 2 s-os határértékét: egy 96-fészkés szerszámban 1,92 s-os ciklusidővel állítottak elő óránként 180 000 vékony falú, 1 g-os csavaros kupakot. A szerszámot a Schöttli cég szállította. A gyártási folyamatot – adagolás, befröccsentés, átkapcsolás utánnyomásra, kidobás – a gépgyártó szinkronizálta. A gép minden egyes elmozdulását az NCS vezérlőrendszer irányítja *activeAdjust* funkcióval.

A Ferromatic Milacron *F-sorozatú* fröccsgépei tíz különböző záróerővel és tuccatnyi fröccsegységgel készülhetnek, a megrendelő ezek közül az igényeinek (teljesítmény, energiafelhasználás, mozgáskarakterisztika, pozicionálás pontossága stb.) legmegfelelebbet választhatja. A hajtás is lehet teljesen villamos vagy hibrid rendszer.

A Wittmann Battenfeld a nagy teljesítményű fröccsgépekre koncentrált. Talpas zacskók záróelemeinek és adagolókupakok gyártására alkalmas berendezést fejlesztett ki; az utóbbi kupakok tömege már megközelítette a 1 g-ot. Szervoelektromos hajtású nagy teljesítményű csigát tartalmazó *TM Xpress* típusú gyorsjáratú gépét csavaros kupakok előállítására ajánlja. Ebből a kupakokat a rövid ciklusidő miatt lágy-elasztikus állapotban emelik ki; deformációjuk elkerülése érdekében kivétel után hűtősablonba helyezik őket.

Néhány kupakgyártásra ajánlott gyártóberendezés jellemzőit a 1. táblázat tartalmazza.

## Kupakok gyártásához ajánlott fröccs- és sajtolóberendezések

Gyártó	Gép jelzése	Fészekszám	Kupak típusa	Kupak tömege, g	Ciklusidő, s	Darab/h
Arburg	Allrounder 720 H (hi)	72	1K víz	1,6	2,98	87 000
Arburg	Allrounder 570 A (vi)	32	1K víz	1,3	2,8	41 000
Engel	e-cap 3440/420 (vi)	96	-	1,3	<2,8	125 000
Ferromatic Milacron	F 350 (hi)	72	-	1,2	2,8	93 000
Husky	HyCap HPP 300 (hi)	72	29/25	1,2	1,85	140 000
Netstal	Elion 2200-1000 (hi)	64	26 mm	1,0	2,1	110 000
Netstal	Elion 3200-2000 (hi)	72	1881	2,3	3,5	74 000
Netstal	Evos 4500-2900 (hidraulikus)	96	30/25	2,0	3,6	96 000
Sacmi*	CCM48SC (sa)	48	AB29W1	1,25	1,44	120 000
Sacmi*	CCM64MB (sa)	64	AB33HF	2,55	2,4	96 000
Sacmi*	CCM80SA (sa)	80	S29W	1,2	2,4	120 000
Sumitomo Demag	El-Exis SP 350/820-3000 (hi)	96	26 mm	1,0	1,92	180 000
Sumitomo Demag	El-Exis SP 420/820-3000 (hi)	96	PCO 1881	2,45	4,5	76 000

A táblázatban a teljesen villamos hajtású gépek jelzése (vi), a hibrid hajtásúaké (hi), a sajtológépeké (Sacmi\*) (sa). A Netstal egyik fröccsgépe teljesen hidraulikus hajtású. A gyártók a fájlagos energiafelhasználásra 0,48-0,75 kWh/kg közötti értéket adtak meg. A gépek közvetlen összehasonlítása azonban nem lehetséges, mert a valóságos energiaigény a gyártás helyi viszonyaitól függ.

## Kupakgyártó szerszámok

A szerszámgyártó Schöttli AG Mould Technology a világ legkülönbözőbb gépgyártóival, fröccsöntőivel és kupakgyártóival dolgozott már együtt, ezért jól ismeri azok igényeit. Az új szerszámoktól elvárják, hogy képesek legyenek a legbonyolultabb új formákat nagy termelékenységgel (magas fészekszámmal), anyagtakarékosan megvalósítani. A megrendelőknek azonban különbözőek lehetnek a célkitűzései. A klaszikus feldolgozó termékeit több felhasználónak gyártja, az ilyen üzemben ritkán változtatják meg a kupak formáját. Ha a töltőüzem maga gyártja a kupakokat, jobban érdekelt azok optimalizálásában, ezért gyakoribb a méret- és formaváltoztatás. (Ilyen törekvés eredménye a palackok korábban bemutatott nyakrövidülése és a kupak méretszámának csökkenése.)

A Schöttli cég nagyon sokféle kupak gyártásához készített már szerszámot, amelyek felépítésük szerint alapvetően három típusba sorolhatók:

- szavatossági gyűrűvel ellátott, kidobás után azonnal palackra csavarható kupakok direkt fröccsöntésére alkalmas szerszámok,
- fröccsöntés után perforálandó kupakok gyártására alkalmas szerszámok, (az ilyen kupakokról a szavatossági gyűrűt a palack felnyitása előtt késsel kell levágni),
- utólag kivágandó és hajtogatandó kupakok gyártására alkalmas szerszámok, amelyekben a gallérszerű szavatossági gyűrű ráfröccsentésénél még a hátrametszést is meg kell oldani.

A kupakgyártók egyre inkább keresik a direkt fröccsöntéssel költségtakarékosan, mégis megbízhatóan kupakokat előállítani képes szerszámokat. A Schöttli cég ezekben a széles körben elterjedt csúszkák helyett szorítópatronos technikát (Spannzangentechnik) alkalmaz.

A megrendelők leggyakrabban 72- vagy 96-fészkes szerszámokat kérnek. A cég egyik 96-fészkes szerszáma az *1. ábrán* látható. A szerszámgyártó szerint is ezekkel lehet optimálisan kombinálni a záróerőt és a fröccsgép nagyságát, ill. elérni a legalacsonyabb darabárat. A cég „hightech” megoldásokkal – a szerszámok rendkívül precíz kivitelezésével, forrócsatornás rendszerrel, nagy hatásfokú hűtéssel, nagy teljesítményű fröccsgéppel és megfelelő kiegészítő berendezésekkel – éri el, hogy a kupakok tömege egyre kisebb lehet.

Egy újságíróval beszélgetve a Schöttli AG egyik vezetője megemlítette, hogy megrendelőik gyakran meghökkennek egy-egy hosszú élettartamra szánt, intelligens szerszám árától. A szerszám egy új termék gyártásának beindításakor kétségtelen a beruházás jelentős részét teszi ki. Egy kupak gyártási költségeinek részletes elemzésekor azonban mindig kiderül, hogy *a költségek 80%-át az anyag ára adja, ezért jelentősebb költségtakarékosságot csak anyagmegtakarítással és ciklusidő-rövidítéssel lehet elérni.* A megbízható szerszám viszont hosszú időre szavatolja a nagy teljesítményt és a problémamentes gyártást.

A Schöttli cég versenytársa, az ugyancsak svájci szerszámgyártó, a Corvaglia, hasonló elveket vall. Ez a cég úttörő a kupakok könnyítésében, jelentős szerepe van a

28 mm-es *Short Neck PCO* és a *CSN 26* zárórendszer kifejlesztésében, továbbá az energiatakarékos forrócsatornás rendszerek megvalósításában. Véleménye szerint a kupakgyártó szerszámok fészekszámának ésszerű határértéke a 96, ennél nagyobb szerszámokkal a ciklusidő túlságosan növekedne, a hatásfok pedig csökkenne.



## **Az új alapanyagok is csökkentik a feldolgozási költségeket**

A feldolgozási költségeket természetesen befolyásolja az, hogy milyen alapanyagból készítik a kupakokat. Ha jobb a folyóképessége, rövidülhet a ciklusidő, nőhet a termelékenység. Ha alacsonyabb az olvadáspontja, kevesebb energia kell a megömlesztéséhez és a hűtéséhez. Ez az oka annak, hogy *a jelenlegi fő alapanyag, a polipropilén vezető helyét fokozatosan átveszi a polietilén.*

Az alapanyaggyártók közül a Borealis és a Dow figyelemmel kíséri a kupakgyártást és azt a következtetést vonta le, hogy az egyrészes kupakokat egyre inkább PE-ből fröccsöntik és ezek egyre inkább kiszorítják az etilén/vinil-acetát (EVA) béléssel készített PP kupakokat. Kupakok gyártásához kifejlesztett új polietilénjeiknek nagyobb a szorítóereje és jobban ellenállnak a feszültségrepedezésnek. Emiatt kisebb a veszélye a „túlcsavarásnak” és jobban megőrzik az italok és ételek ízét és aromáját.

Összeállította: Pál Károlyné

Stock, S.: Ein Gramm Kunststoff für ein Dutzend Versprechen = Kunststoffe, 103. k. 7. sz. 2013. p. 22–33.

Engelmann, S.; Flückiger, J.: Unscheinbare Teile mit hoch entwickelten Merkmalen = Kunststoffe, 103. k. 9. sz. 2013. p. 130–133.

Smarte Verschlusslösungen = Kunststoffe, 140. k. 6. sz. 2014. p. 12.