

CNC LEMEZMEGMUNKÁLÓ GÉPEK

CNC SHEET METAL MACHINES

Dr. Jakab Endre*, Lénárt József*

ABSTRACT

In recent times, the significance of CNC sheet metal machines and devices has increased because of the growing use of components made of sheet metal. In this article we introduce the plate shears and plate bending machines.

1. ELŐZMÉNYEK

A cikkben a táblalemez ollókat és lemez hajlítógépeket mutatjuk be az [1] cikk folytatásaként. Ezeket a berendezéseket széles körben alkalmazzák a különböző sorozatnagyságú lemezalkatrészek gyártásában.

2. CNC LEMEZMEGMUNKÁLÓ GÉPEK

2.1. Táblalemez ollók

A síklemezek vágását legtöbbször mozgó ferde élű és álló egyenes élű szerszámok között végzik. A táblalemez ollók síklemezek egyelőketű, egyvonalú nyíróvágására szolgálnak, és viszonylag egyszerű berendezések. A vágókés mozgása egyenes vonalú, vagy köríves. A ma gyártott gépek többsége hidraulikus működtetésű. A lemezvágás legnagyobb erőszükséglete pl. az alábbiak szerint közölt összefüggéssel [3] határozható meg:

$$F_v = k_v \tau_m A_{ny} = k_v \tau_m \cdot 0,5 \cdot s^2 \cdot \text{ctg} \alpha, \text{ ahol} \quad (3.1),$$

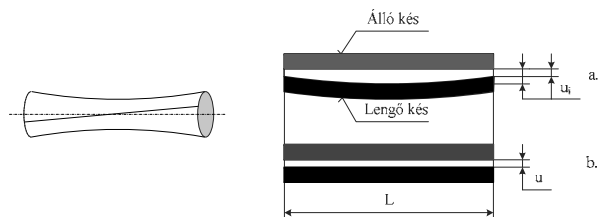
k_v	korrekciós tényező	$k_v = (1 + 0,05 \cdot \alpha)$
τ_m	lemezanyag nyírószilárdsága	(MPa),
A_{ny}	nyírt keresztmetszet	(mm ²),
s	lemezvastagság	(mm),
α	vágószög	(°).

Legnagyobb vágóerő $B > 10 \cdot s$ -nél adódik. Az α vágószög értéke szerkezeti acél lemezek vágásánál általában $1^\circ 30' - 3^\circ$ közötti, ezért a $\text{ctg} \alpha \approx 1/\alpha$ rad helyettesítés megtehető. A helyes $\alpha = \alpha_n$ vágószög beállítástól függ az, hogy a vágott lemez sík, vagy görbült lesz (1. ábra).



1. ábra. Vágószög hatása a lemez alakjára

Köríves (lengő) vágásnál, hasonlóan az ún. repülő ollós vágásokhoz, az újonnan felszerelt mozgó kés élének beállítása szükséges az egyenes u vágórés (késhez) biztosításához. A forgástengelyhez képest kívül és ferdén elhelyezkedő késél u_i forgási hiperboloidot írna le, ezért az u_i vágórés a kés hossza mentén változna (2.a ábra). Kiküszöbölésére a mozgó kést a vágó él mentén a szükséges mértékben előfeszítik (2.b ábra). A ma gyártott táblalemez ollók többségénél az egyenes vonalú gerendamozgatást két párhuzamvezérelt hidraulikus henger végzi. A vágórés és vágószög, lökethossz beállítások automatikusak és ellenőrzöttek.



2. ábra. Vágórés alakulása lengő vágásnál



3. ábra. Paraméterek beállítása (Trumpf)

* tanársegéd, Miskolci Egyetem Robert Bosch Mechatronikai Tanszék

Egy CNC olló képernyője (3. ábra) szerint a vágórés 0,10 mm-re való beállítását végzik, majd hátsó lemezütközö helyzetének beállítása következhet az előírt lemez-hosszúságnak megfelelően. A 4. ábra egy korszerű táblalemez olló nézeti képét mutatja [4]. Az ollókat különböző biztonsági- és segédberendezésekkel szerelik fel az igényeknek és a sorozatnagyságoknak megfelelően. Lemezrendező rendszerekkel kiegészítve gyártócellák hozhatók létre.



4. ábra. Táblalemez olló (Trumpf-EHT)

2.2. Lemezhajlító gépek

2.2.1. Lemez élhajlító gépek

A hajlítóüreges lemez élhajlító gépek paramétertartománya igen széles. A CNC lemez élhajlító gépeken változatos munkadarab alakok állíthatók elő. A gépek többsége „C” állványos és hidraulikus működtetésű, mint az 5. ábra szerinti gép is. A rugalmas automatizálás eredményeként nőtt:

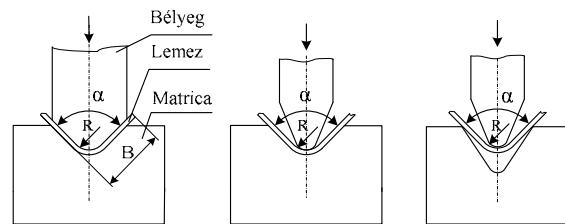
- az élhajlító gépek egyetemességi foka, a technológiai lehetőségek kiszélesedtek,
- az irányított tengelyek és funkciók száma,
- a termelékenység és gazdaságosság,
- a megmunkálások pontossága,
- ugyanakkor csökkent a raktárkészlet (ütemezett gyártás), a szubjektív tényezők szerepe, a lemez mozgásából adódó fizikai terhelés.



5. ábra. Lemez élhajlító gép (Trumpf)

A gép hegesztett tartószerkezete kétoldali főtartóból és azokat összekötő merevítő gerendákból áll. A felső merevítő elem a hidraulikus tartálynak és hajtásnak ad helyet, az alsó merevítésre épül a matricát hordozó asztal. Az állványra épülnek továbbá:

- a hidraulika tápegységről működtetett hidraulikus hengerek (2, ritkábban 4 db), amelyek a bélyeget hordozó gerendát mozgatják,
- a matrica és a matricát hordozó készülékek,
- a hajlítás helyét biztosító ütközőrendszer,
- a hajlítást segítő támaszok és ütközők,
- további kiegészítő egységek (pl. fényrács, matrica állító, vagy matrica előfeszítő egységek).



6. ábra: Hajlítóüreges lemezhajlítás típusai

A 6. ábra szerinti hajlító üreges hajlítások típusai balról jobbra: süllyesztékes, félsüllyesztékes és szabad hajlítás [3]. Megmunkáláskor a hajlítás *szögét* és *helyét* kell biztosítani. A hajlítás szögét a matrica rögzített helyzete és alakja mellett a hajlító gerenda-bélyeg együttes alsó véghelyzete határozza meg lökethossz, vagy lökethelyzet állítással, amelynek megoldásai igen változatosak. A 6. ábra baloldala szerinti zárt hajlításoknál a hengerek dugattyúi nem mennek le alsó véghelyzetükbe, ui. az alsó helyzetet a szerszámok és a lemez zárt kapcsolódása határozza meg. A mai gépeken a két henger párhuzamfutását elektro-hidraulikus szabályozóköörökkel és legtöbbször két irányított tengellyel (Y1 és Y2) oldják meg. A szabad hajlítás erőszükséglete pl. az alábbi összefüggéssel határozható meg [3]:

$$F_h = \frac{k_s \cdot L \cdot R_m \cdot s^2}{b} = \frac{(1,33 - 1,6) \cdot L \cdot R_m \cdot s^2}{b} \quad (3.2)$$

ahol

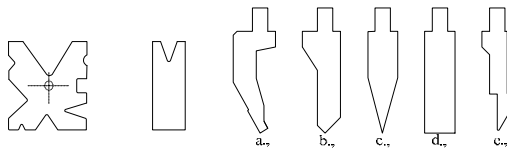
- k_s korrekciós tényező (1,33-1,6),
- L lemez szélesség (mm),
- R_m lemezanyag szakítószilárdsága (MPa),
- s lemez vastagság (mm),
- b matrica hajlítóéleinek távolsága (mm).

A gyártók a V-alakú zárt hajlításra vonatkozó F_h erőszükségletet rendszerint 1000 mm szélességű, 400 MPa szakítószilárdságú acéllemezre táblázatban adják meg.

Egy gép vásárlása, telepítése előtt számos feltételt kell biztosítani, mint pl. a kezelő személyzet kijelölése, kiképzése, telepítési hely kiválasztása, szállítási útvonalak, tárolóhelyek meghatározása, gépalapozás előkészítése, energiaellátás megtervezése és kiépítése, szerszámok, üzemeltetési anyagok biztosítása. Legfontosabb azonban a gyártmányok biztosítása a beruházás megtérülése érdekében, és az ehhez szükséges és elégséges gép konfiguráció meghatározása. Itt kell megemlíteni a legújabb fejlesztésű és sikeres, elektromechanikus működetésű élhajlító-gépeket, amelyek gerendáját két szinkronizált villamos motor hajtásán keresztül működtetik.

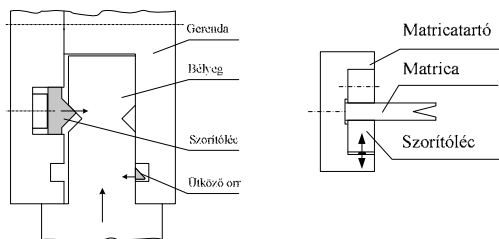
Szerszámozás

A 7. ábra eltérő matrica és bélyeg alakokat mutat. A négyoldalas, több pofányulású matricák helyett egyre inkább az egy, vagy két pofányulású matricákat használják. Ezeket szélességükben moduláris méretsor szerint alakítják ki, amelyek könnyen kezelhetők és kézzel a szerszámtartókba helyezhetők, majd automatikusan rögzíthetők. Ezzel pl. egy dobozhajlítás összes szükséges oldalhosszának szerszámozása összeállítható az élhajlítógépen, és az egymás utáni hajlítások sorozata elvégezhető.



7. ábra: Matrica és bélyeg alakok

A 8. ábrán korszerű és automatikus bélyeg és matrica felfogás vázlatja látható, amit pl. a Trumpf cég alkalmaz. A bélyegek leesését a felhelyezés után egy rugóval működtetett szerkezet ütköző orra akadályozza meg. A hajlító erőt felveheti a gerendán feltámaszkodó bélyeg végfelülete, vagy az ábra szerint kétoldali válla. A szerszámbehajlás és az ebből adódó hajlítás hibák kiküszöbölésére szolgál az matrica alatti előfeszítő berendezés.



8. ábra: Bélyeg és matrica felfogás

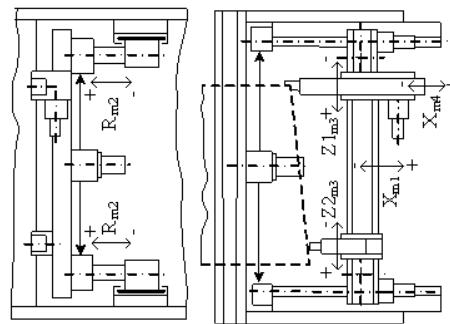
Hátsó ütközőrendszerek

A hajlítás helyét a hátsó ütközőrendszer határozza meg, amelynek moduláris szerkezetei kialakítása lehetővé teszi a feladatoknak legkedvezőbb és gazdaságos meg-

oldás kiválasztását. Az alapvető beállító mozgások jelölése X, Z és R, amelyek sorrendben a hajlítás helyét, az ütköztetés szélességét és magasságát határozzák meg. Ezek sorrendi változatait az 1. táblázat mutatja [5]. A kódok jelentése: **m**-munkadarab ütköztetése, **1,2,3**-első-, másod- és harmadrendű szán. Az elsőrendű szán a tartóelemre, a másodrendű az elsőrendű szánra, stb. épül. Az irányított tengelyek nagyobb számát a szánok kétszeresítése (pl. Z1 és Z2), továbbá az ütközők kibillentése (B tengely/ek) adhatja. Az X_{m1} R_{m2} Z_{1m3} Z_{2m3} X_{m4} kódú ütközőrendszer vázlatja a 9. ábrán látható.

1. $X_{m1}R_{m2}Z_{m3}$	3. $Z_{m1}R_{m2}X_{m3}$	5. $R_{m1}X_{m2}Z_{m3}$
2. $X_{m1}Z_{m2}R_{m3}$	4. $Z_{m1}X_{m2}R_{m3}$	6. $R_{m1}Z_{m2}X_{m3}$

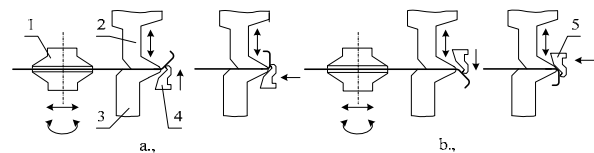
1. táblázat



9. ábra: Hátsó ütközőrendszer példa

2.2.2 Lengő mozgású lemez élhajlítógépek

A számítógépes irányítás, a rugalmas automatizálás lehetővé tette a bonyolult, többirányú és többoldali hajlításokat igénylő munkadarabok előállítását teljesen automatizált lemez hajlító központokon, amelynek centrumában a lengő lemez élhajlító gép áll [4]. A lengő lemez hajlítás alapelvét a 10. ábra szemlélteti, amelynek jelölései: 1 -manipulátor, 2 -felső leszorító gerenda, 3 -alsó fix gerenda, 4,5 -hajlító gerenda.



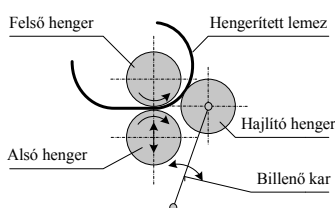
10. ábra: Egy oldalon végzett lengő hajlítás

Az ilyen gépen 2-3 mm vastagságú alkatrészek készíthetnek, mint például elektronikus vezérlőegységek házai, fémajtók- és ablakok, klímaberendezések, világítótestek, konyhai berendezések, orvosi műszerek, pénzkidó automaták fém burkolatai. A lengő mozgású lemez élhajlító gépek alkalmazásának előnyei: igen vékony

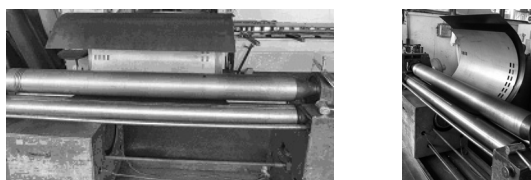
peremek visszahajlíthatók, kivágások közelében is jó minőségű a hajlítás, egymás utáni kismértékű hajlítások sorozatával tetszés szerint sugarak és burkoló profilok hajlíthatók egy kis sugarú szerszámon is, továbbá finom felületű, vagy festett felületű lemezek karcolás és sérülésmentesen hajlíthatók gördülő hajlítással.

2.2.3 Lemezhengerítő gépek

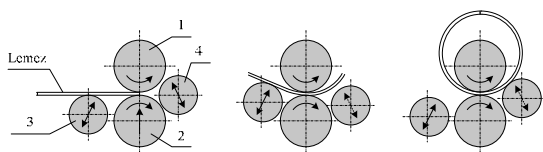
A síklemezek folyamatos hajlító alakítása (szabadalakítása) forgó szerszámmozgással, merev hengerekkel történik. A hengerítés gépein kör keresztmetszetű hengeres (pl. tartályokhoz) és kúp palástú alkatrészeket állítanak elő. A gépek általában 3-4 méter szélesek és azokon max. 10-15 mm vastag lemezek hajlíthatók. A három hengeres hajlítás többféle kinematikai megoldással is kivitelezhető. Leggyakrabban két görgő kap hajtást, ami célszerűen kétirányú az oda-vissza hengerítés érdekében. A görgők állítása lineáris, vagy íves lehet. Egyfajta elrendezést a mozgásokkal a 11. ábra szemléltet. A már kivágásokkal ellátott lemezek hengerítésekor a gyűrődések, repedések elkerülésére külső hajlító segédlemez használtnak (12. ábra), amely visszahengerítés után újra használható.



11. ábra: Három hengeres hajlítási példa



12. ábra: Kivágásokkal rendelkező lemez hengerhajlítása (Fireplace Kft.)

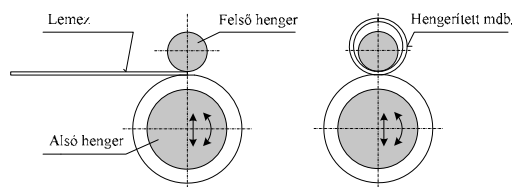


13. ábra: Négyhengeres hajlítás működési elve

A teljesen körívre zárt hajlítás négyhengeres gépeken lehetséges (13. ábra). A hengerhajlító gépek, a hengerek végére szerelt megfelelő hajlító görgőkkel, alkalmasak idomacélok, csövek, kamraprofilok alakítására is. 2

2.2.4 Hengerítés merev-rugalmas hengerrel

A 14. ábra merev-rugalmas hengerpárral végzett lemezhengerítés elvét mutatja be. Az alsó hajtott hengert polyurethán réteggel vonják be, amelynek előfeszítése és rugalmas alakváltozása biztosítja a lemez megfelelő sugarú hengerítését. A technológia vékony lemezek (1-5 mm) hengerítését teszi lehetővé, a lemez szélessége általában 500-1500 mm. Különböző átmérők készítéséhez a felső hengert cserélik.



14. ábra: Lemezhengerítés merev-rugalmas hengerrel

3. ÖSSZEFOGLALÁS

A technikai megoldásokat a gépészet, elektronika-elektrotechnika, irányítás- és vezérléstechnika és az informatika szinergikus együttműködése jelentősen megváltoztatta a CNC lemezmegmunkáló gépeknél is, ami a piaci versenyben való helytállás esélyeit megnövelte.

Köszönetnyilvánítás

A kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2 /KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Ezúton is köszönjük a DINAS Kft., Fireplace Kft., VILATI Gyártó Zrt. gyáraknak, hogy náluk üzemi tapasztalatokat gyűjthettünk, továbbá a gépgyártóknak a papíralapú és elektronikus szakmai dokumentációkat.

4. IRODALOM

- [1] JAKAB, E., LÉNÁRT, J.: *CNC lemezmegmunkáló gépek*, Géptervezők és Termékfejlesztők XXVII szemináriuma, Miskolc 2011. nov. I./ p. 68-71.
- [2] JAKAB, E.: *CNC lemezmegmunkáló gépek* Kézirat, Miskolc, 2012.
- [3] BALOGH, A., SCHÄFFER, J., TISZA, M.: *Mechanikai technológiák*, Miskolc, 2007. p. 290
- [4] TRUMPF, WEINBRENNER SALVAGNINI, FIREPLACE: *Papír alapú és elektronikus dokumentációk*
- [5] TAJNAFŐI, J.: *Szerszámgép tervezés II*. Struktúra-képzések Tankönyvkiadó, Budapest, 1990 J14-1688