

CNC LEMEZMEGMUNKÁLÓ GÉPEK

CNC BLECHBEARBEITUNGSMASCHINE

*Dr. Jakab Endre, ny. egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Robert Bosch Mechatronikai Tanszék
Lénárt József tanársegéd, Miskolci Egyetem, Robert Bosch Mechatronikai Tanszék*

INHALT

Die Wichtigkeit und Anwendung der CNC Blechbearbeitungsmaschinen und Anlagen sind in den letzten Jahrzehnten wegen der zunehmenden Benützung von Blechteilen zugenommen. Die führenden Prinzipien der produktiven, wirtschaftlichen und genaueren Fertigung beherrschen auch die Produktherstellung an diesen Maschinen.

1. ELŐZMÉNYEK

Képlékeny alakító berendezéseket az ipari szerkezetváltás előtt nagyobb volumenben Magyarországon a Diósgyőri Gépgyárban (Digép) állítottak elő, ahol igény volt a piacok megszerzésére és megtartására. Első feladataink a huzalok köztes tárolását megoldó huzallerakó gépek tervezéséhez kapcsolódtak. Az NC lemez élhajlítógépek automatizált változatainak fejlesztéséről készült tanulmánnyal [1] hozzájárultunk a DEZ, DEC élhajlítógép család ütközőrendszereinek fejlesztéséhez. A forgattyús sajtológépek motor-lendítőkerék rendszerének optimalizálásához tervezési [2] és oktatási segédletet készítettünk, amely már lehetőséget adott a számítógépes tervezésre. Ez alapján módosított konstrukciók születtek. A hidraulikus táblalemez ollók főhajtóműve számításaihoz készített tervezési metodikát a Digépben hasznosítottuk. A lengő lemezvágáshoz tartozó ismereteinket több gyárban is értékesítettük. A képlékenyalakító gépek tárgykörben 2 fél-éves tananyagot dolgoztunk ki, és oktattunk a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki Karán. Erre alapozva, korábban, a BME-vel közös jegyzet írásába kezdtünk. Az akkor megírt, végül meg nem jelent tananyagrészt lényegesen megújítva „CNC lemezmegmunkáló gépek” címmel eddig elkészült elektronikus jegyzet [3] fő fejezetei:

Mechanikus lemezmegmunkáló gépek:

- Lemez sorozatkivágó (nibbelő) gépek,
- Táblalemez ollók,

- Lemez élhajlítógépek,
- Lemez-, profil-, és csőhajlító gépek.

Sugaras lemezmegmunkáló gépek:

- Lángvágás gépei,
- Plazmavágás gépei,
- Lézeres lemezkivágó gépek,
- Vízsugaras kivágó gépek.

A jegyzet írásának egyik indoka az volt, hogy ezek a gépek a hazai termelésben is igen fontos helyet foglalnak el. Ennek megfelelően áttekintettük a fejlesztési irányokat, számos szakmai anyagot dolgoztunk fel, üzemi tapasztalatokat gyűjtöttünk. Hangsúlyt fektettünk tervezési és számítási ismeretek közlésére is. Mivel végzett mérnökeink számos helyen kerülnek kapcsolatba ilyen berendezések üzemeltetésével, programozásával és karbantartásával, ezért egy e témában írt jegyzet hiánypótló lehet. A jegyzet írásához felhasználtuk a [4] cégek szakmai anyagait, illetve építettünk a korábbi kutató és fejlesztő munkákban szerzett tapasztalatainkra.

2. CNC LEMEZMEGMUNKÁLÓ GÉPEK FEJLESZTÉSI IRÁNYAI

A CNC lemezmegmunkáló gépeken megnőtt az irányított tengelyek, az ellenőrzött és vezérelt funkciók száma. Egyre több mérő, állapotfelügyeleti és más funkciót építenek be a folyamatok követésére és ellenőrzésére, a gyártmányok egyenletes és magas szintű minőségének biztosítására, a szerszámok, a gép és a dolgozók védelmére. A gyártás minőségbiztosításánál figyelembe veszik a változó anyagminőséget, a lemezvastagság ingadozását, felületkikészítését, a hengerlés irányát, stb.. A nagy megmunkálási és pozícionálási sebességek, az automatikus szerszám- és munkadarab ellátás következtében jelentősen nőtt a gépek termelékenysége és kihasználási foka. A sorozatnagyságokat tekintve már a tized- és századmásodperc gyártási időcsökkentések is nagy jelentőséggel bírnak az árszempontban.

A nagy erő- és energiaigényű berendezéseknél elterjedten alkalmazzák a hidraulikus működést. Az arányos- és szervo technika felhasználásával kialakított szabályozott elektrohidraulikus hajtások rugalmasan illeszthetők a különböző művelettípusokhoz és gépekhez. A fejlesztések eredményeként intelligens, magas tudású, különböző szolgáltatású és moduláris építésű gépek és rendszerek és opciók állnak a vevők rendelkezésére. Számos hazai termelő üzemből a recessió ellenére ma is újabb beruházások történnek. A biztos gyártmányprofilnak megfelelő technikai színvonalú berendezés kiválasztása, a gép telepítése, az anyag- és energiaellátás megszervezése körültekintő előkészítést igényel. A gazdaságos üzemeltetés több műszakkal, racionális termelés-szervezéssel, gondos anyag- és szerszámellátással, jó gép- termék- és gyártmány tervezői, üzemeltetői ismeretekkel rendelkező szakembergárdával lehetséges.

A sugaras lemezmegmunkálások technológiai és gépei az egyszerű szerszámalkból (keresztmetszetükben kör) adódóan igen rugalmasak és kedvezőek bonyolult kontúrok vágására. A lézereket az ipar is széleskörűen alkalmazza, közülük is az egyik fontos felhasználási terület a lemez kivágás.

3. CNC LEMEZMEGMUNKÁLÓ GÉPEK

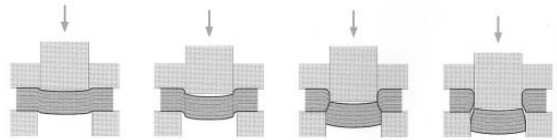
A CNC lemezmegmunkáló gépek közül vizsgálataink középpontjában döntően a nagyobb, sík táblaelemek kivágásos megmunkálásának berendezései álltak, de nem hagytuk figyelmen kívül a lemez-, profil-, és csőhajlító gépeket és a lemez élhajlító gépeket sem. A következőkben egy-egy berendezést a mechanikus és a sugaras megmunkáló gépek köréből mutatunk be.

3.1. Lemez sorozatkivágó gépek

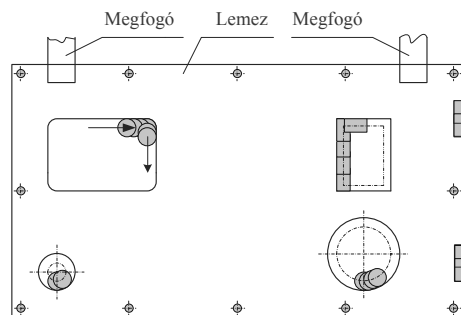
A sorozatkivágás elve a rezgőkivágó ollókból származik. Az automatizálás első lépcsőjében ezek a kivágó gépek másológépek voltak.

A lemez sorozatkivágó (nibbelő) gépek maximum 6 mm vastagságú fémlemezek megmunkálására szolgálnak. A gépek vágóereje 150-250 kN, löketszáma általában 200-400 l/min, de lehet több is a technológiától függően, lökethossza 15-25 mm. A bélyeg, leszorító-lelökő, matrica szerszám együttesek standard és egyedi alakot viselnek. A termelékenységre növelésére elforgatható és többszerszámú, ún. multitool egységeket használnak. A lemezadatok és a

legnagyobb megengedett vágóerő alapján a legnagyobb bélyegátmérő meghatározható pl. az [5] alapján. Az anyagszétválasztás mozzanatai az 1. ábrán láthatók, amelyek az anyag hajlítása, vágása és nyírása, átszakítása, kitolása. Lemez megmunkálási példát a 2. ábra mutat.

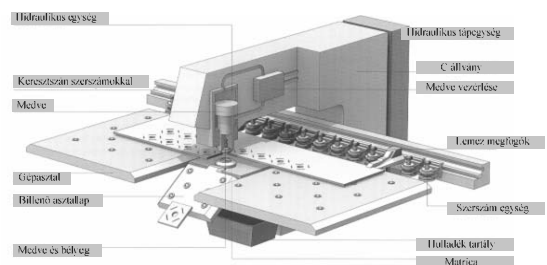


1. ábra. Anyagszétválasztás mozzanatai (Trumpf)



2. ábra. Lemez megmunkálási példa

A sorozatkivágó gépek állványai C, vagy zárt keret kialakításúak. A 3. ábra szerinti gép „C” állványának alsó részére épül a lemezt mozgató szánrendszer, amely a szerszámtár és cserélő funkciókat is ellátja.

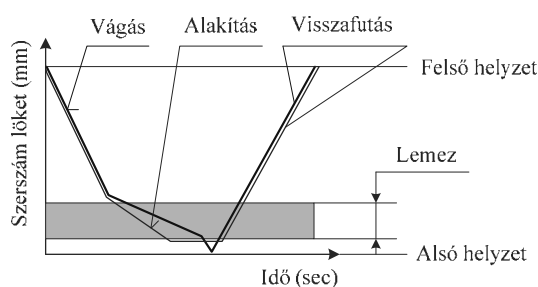


3. ábra. C állványos lemez sorozatkivágó gép (Trumpf)

A főhajtóművek kezdetben állandó, majd a jobb gépkiválasztáshoz állítható löketségű elektromechanikus hajtással rendelkeztek. A mai korszerű, szervo szeleppel vezérelt hidraulikus medvemozgatás a sorozatkivágás, és a különböző technológiák követelményeihez rugalmasan illeszthető. A szerszámok löketségű, lökethossza, lökethelyzetei, sebessége, túlfutása, az erő (nyomás) és sebesség viszo-

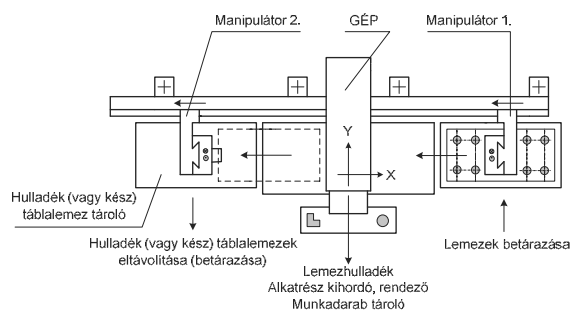
nyok rugalmasan változtathatók és optimalizálhatók a lemez vastagságától és minőségétől, a technológiai művelettől, a szerszám méretétől függően. Lehetővé vált a legkedvezőbb löket-idő paraméterek megvalósítása, a zaj és a rezgések csökkentése. (Megjegyzés: A mechanikus forgattyús hajtások megújult formában ismét megjelentek.)

A 4. ábra hidraulikus medvemozgatás lehetséges löket-út diagramokat szemléltet. Lemezkivágásnál a lemez átszakítása után a medve sebességét a munkafolyadéknak a munkahenger alsó felületére való visszavezetésével csökkentik le. Alakító műveleteknél pl. az alakváltozáshoz szükséges szerszámzárási időt be lehet állítani.



4. ábra. Medvemozgatás löket-út diagramjai

A szánok pozicionálását helyszabályozó körök biztosítják, a mozgatást szervomotorok végzik gyakran forgó-haladó mozgás-átalakító, pl. golyósorsó-anya, vagy fogaskerék-fogasléc páron keresztül.



5. ábra. Sorozatkivágó gépes gyártócella

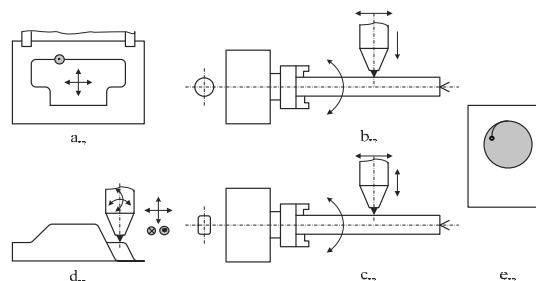
Az automatikus anyagellátásra, gyártócella kialakításra mutat egy példát az 5. ábra, amelynek részletei a rajzból kivehetők. Az automatikus szerszámmellátásra különböző megoldásokat alkalmaznak attól függően, hogy a szerszámok befogása beforgatható tárukban, vagy a gépen történik. Gépi befogásnál szerszámtárukot és cserélő manipulátorokat alkalmaznak. A 3. ábra szerinti gépen a szerszám befogás a gépen, a szerszámmellátás

automatikusan lineáris tárból, tármozgással történik. A szánrendszer funkció-összevonással az automatikus szerszámcsere is megoldja.

Alkatrész programozás: az alkatrészek rajzai AutoCad-ban készülhetnek, amelyek dxf formátumú rajzcserre fájlok segítségével kerülnek az NC programot generáló számítógépre. Az előgyártmány lemezre azonos, vagy különböző alkatrészekkel, rendszerint külön munkaállomáson, optimalizált szabástervet készítenek. Az automatikusan generált útvonalterv egyedileg megváltoztatható. A kivágáshoz szükséges technológiai és szerszám adatok táblázatból lehívhatók. A megmunkáló NC programot különböző formában, pl. „dlc”, vagy „bnc” kiterjesztéssel, a gép vezérlőjére továbbítják.

3.2. Lézeres lemezkivágó gépek

Lemezek lézeres vágására 2D-5D-s gépek és robotok szolgálnak. A lézeres lemezkivágó gépek paramétereiről gyűjtő táblázatot készíteni nem egyszerű, mivel azok a céloktól, a vágható anyagminőségektől és vastagságoktól függően igen széles tartományt fednek le. Vágásra gáz, szilárdtest és félvezető lézereket használnak. A CO₂ gázlézerek alkalmazása igen gyakori, különösen szerkezeti acélokban. Az Nd:YAG szilárdtest lézer speciális anyagoknál és térbeli, vagy robotos megmunkálásoknál kedvező. A jó hatásfokú és kis hullámhosszúságú ($\lambda=1,06 \mu\text{m}$) lézer hajlékony optikai szálon vezethető. A félvezető lézereket a széleskörű mindennapi alkalmazások mellett megmunkálásra, vagy pl. szilárdtest lézerek pumpálására használják. A vágási technológia a lézertől és a vágott anyag minőségétől függően lehet: oxidációs, olvadékos, szublimációs, microjet (vízrétegen át). Vágáskor nagy erők nincsenek. A 6. ábra lézeres megmunkálási példákat mutat.

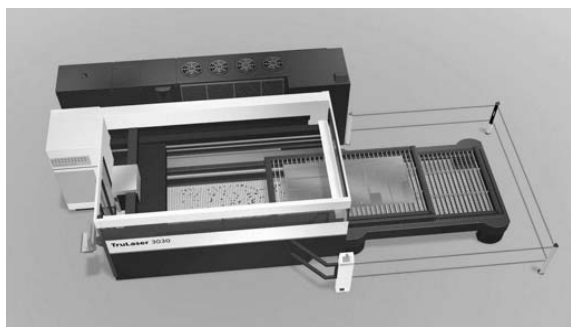


6. ábra. Lézeres megmunkálási példák

Lemezen, zárt kontúr megmunkálásánál érintő irányú ráfutást kell biztosítani, a nyitás helye a hulladékban található, a megmunkálás iránya az

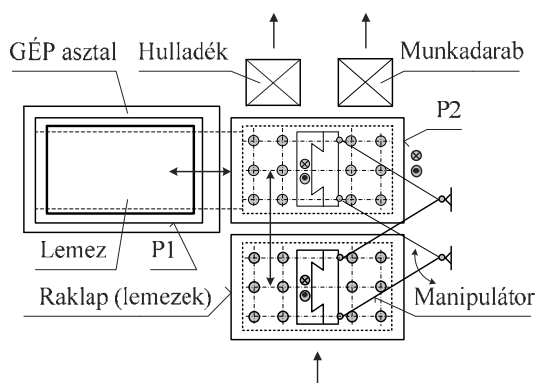
óramutató járással egyező. A vágás minőségét befolyásoló lézernyaláb fókuszának helyzetét a lemez felső síkjához viszonyítva a vágófej és a fókuszáló lencse, vagy mindkettő helyzetének állításával lehet befolyásolni.

A 2D-3D-s lézeres gépek és gyártócellák leggyakrabban keretállványos kivitelben (7. ábra), un. repülő optikás szerszámmozgatással épülnek, a nagytömegű lemez áll. Munkadarab mozgatás kisebb méretű és súlyú lemezeknél fordulhat elő. A szának pozicionálására a kivágó gépeknél leírtak érvényesek, de szélesebb állványok mozgatasakor kétoldali szinkronizált hajtást is alkalmaznak.



7. ábra. Keretállványos lézeres kivágógép (Trumpf)

Automatikus anyagellátásnál a lemezek tárolása, munkatérbe juttatása paletták és oválpályás lánc mechanizmus segítségével történhet a gép valamely oldaláról, vagy előlről. A raklapon lévő lemezek palettákra helyezése automatizáltnak, gyakran paralelogramma mechanizmussal történik (8. ábra). A munkatérbe szállított palettán a lemez tényleges helyzetét megmérve történik az NC program módosítása.



8. ábra. Automatikus palettacserélő és lemezátrakó

Az alkatrész programozás azonos gyártónál a 4.1 pontban leírtakhoz hasonló lehet. A vezérlés a karbantartást is támogatja. A html. formátumú

operátori ív a gépkezelő számára a beállítási tervet és a kezelői utasításokat tartalmazza, amelynek jellegzetes fő elemei: Általános beállítási adatok és információk, Megmunkálás kiinduló adatai, Szerszám adatok, Technológiai adatok, Alkatrészlistája, Alkatrészenkénti adatlapok. A gépkezelő feladata a gyártás előkészítése, az előző paletta és a rajta lévő lemezalkatrészek és hulladék eltávolítása, a technológiai folyamatok felügyelete, a szükséges kisebb karbantartások elvégzése.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A technikai lehetőségeket a gépészet, elektronika-elektrotechnika és irányítás- és vezérléstechnika, az informatika szinergikus együttműködése jelentősen kiszélesítette a CNC lemezmegmunkáló gépeknél is. Mindez további alapokat nyújt a gépek és azokkal kialakított rendszerek strukturális és szerkezeti fejlesztésére, hatékony üzemeltetésére, és a piaci versenyben való helyállásra.

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.

5. IRODALOM

- [1] ERDÉLYI, F.-TAJNAFŐI, J.-ZSIGA, Z.-JAKAB, E.: Tervtanulmány DEZ, DEC lemezélahajlító gépcsalád NC és programvezérelt változatainak kifejlesztésére, Digép, NME, Miskolc 1977
- [2] JAKAB, E. - TAKÁCS, GY.: Mechanikus sajtológépek motor-lendítőkerék rendszerének számítógéppel segített tervezése, Megbízó: Digép, NME Szg. Tanszéke, Miskolc 1988
- [3] JAKAB, E.: CNC lemezmegmunkáló gépek, Kézirat, Miskolc 2011
- [4] TRUMPF, LINDE, MESSER, SALVAG-NINI, FLOW: Digitális és papíralapú adattár
- [5] BALOGH, A. – SCHÄFFER, J. - TISZA, M.: Mechanikai technológiák, Miskolc, 2007.