

**Snap Lock - Üsd és Zárd szellőző zsalukészítés
technológiájának kifejlesztése az LP Lemezmegmunkáló
Kft-nél.**

LP LEMEZMEGMUNKÁLÓ KORLÁTOLT FELELŐSSÉGŰ TÁRSASÁG

2019.

Tartalomjegyzék:

1	A PROBAHAJLÍTÓ KERETTEL KAPCSOLATOS K+F SZOLGÁLTATÁS.....	3
2	TELEPÍTÉS, ÁTADÁS ÉS BIZTONSÁGI INTÉZKEDÉSEK	6
3	MUNKABIZTONSÁGI ELŐÍRÁSOK:	8
4	MŰKÖDÉSI KÉZIKÖNYV	10
5	A KÍSÉRLETI ÉLHAJLÍTÓGÉP SZERSZÁMZATA.....	18
6	A KÍSÉRLETI ÉLHAJLÍTÓGÉP ALKALMAZÁSA	26
7	PROBLÉMÁK A LEMEZEK ÉLHAJLÍTÁSÁNÁL	30
8	PRÓBAHAJLÍTÓ KERET SZERVO MEGHAJTÓINAK ÉS MOTORJAINAK VEZÉRLÉSE:	33
9	A HAJLÍTÓ KERET „Y”, „X1”, „X2”, „R1”, „R2” TENGELYEINEK VEZÉRLÉSE:	52
10	ÜTKÖZTETŐ RENDSZER KIÉPÍTÉSE:.....	63
11	FÜGGELÉK.....	66

1 A PROBAHAJLÍTÓ KERETTEL KAPCSOLATOS K+F SZOLGÁLTATÁS

A leírás az LP Lemezmegmunkáló Kft. „Snap-Lock Üsd és Zárd szellőző zsalukészítés technológiájának kifejlesztése az LP Lemezmegmunkáló Kft-nél” című pályázathoz kapcsolódó kutatás-fejlesztés szolgáltatáshoz tervezett kísérleti élhajlítógépre érvényes.

1.1. Mechanikai felépítés

1.1.1. Hegesztett keret, mely magában foglal:

- oszlopot
- talplemezt
- alátétlemezt
- homloklemezt

1.1.2. Mozgatható mechanikai elemek:

- felső gerenda
- alsó gerenda
- homloklemez

1.2. Mechanikai csatlakozások

1.2.1. Felső gerenda:

A felső gerendát hegesztett kötések tartják, amelyek az oldalkereten találhatók.

1.2.2. Homlok tartó

A homloklap az oldal keretekhez belsőmerevítésű támaszon keresztül kapcsolódik.

1.2.3. Alsó gerenda

Alsó gerenda a homlok lemez és a homlok tartó között mozog, az oldalsó és kereszt irányú megvezetők mentén. 1 henger mozgatja.

1.2.4. Henger

Funkciói:

- továbbítja a hajlítóerőt az alsó gerenda felé,
- a felső gerendával párhuzamos helyzetbe hozza az alsó gerendát.
- a homlokzati lemezek közötti távolságot biztosítja

- oldalsó megvezetést az alsó gerenda számára az alsó tartományban A nyomóhenger a belső merevítőben a két homloklemezen nyugszik.

1.2.5. Felső megvezető szerelvény

Arra szolgál, hogy

- összekösse a homlokzati lemezt az alsó homlok tartóval,
- oldalsó megvezetést biztosít az alsó gerenda számára a felső részben,
- biztosítja a legalsó végütközést az alsó gerenda számára.

1.2.6. Oldalsó megvezetés

Arra szolgál, hogy az alsó gerenda párhuzamosságát a terhelés mentes üzem alatt, valamint a hajlítás során biztosítsa. Ezzel a nem központos hajlítás (terhelés) során a biztonsági határnál a gép kikapcsol. Az alsó megvezetést 4 pár vezető-tartó szerkezet biztosítja.

1.2.7. Keresztirányú megvezetés

Biztosítja a megvezetést és a nem központos keresztirányú terhelés elleni védelmet.

1.3. X1 és X2 tengelyek leírása

1.3.1. Hordozókar:

A hátsóütköző-hordozókar ötvöztött alumínium profilból készült, kiváló mechanikai tulajdonságokkal. Az oldalkeretre egy derékszögű tartóval történik a rögzítése. Minden kart 3 csavar rögzít a tartójára és biztosítja a részegység pontos beállítását.

Minden kar:

- a megvezető egység
- a párhuzamos előtolóegység alátámasztására szolgál

1.3.2. Megvezetőegység:

A vezetés egy tartóból és egy blokkból álló részegységek révén valósul meg. Az öntöttvas csapágy, ami a blokkot tartja, önbeálló funkcióval is rendelkezik. Ezen kívül van még egy lap, ami a Z keresztámsz végére támaszkodik fel.

Az X1 csapágycsoport hordozza a Z keresztirányú rögzített tengelypontját. Az X2 csapágycsoport szolgál, mint a csúszóútköző csapágycsoportja, ami lehetővé teszi a ferde beállítást az X2 és X1 között.

1.3.3. Párhuzamos előtolóegység:

A párhuzamos előtölő egyetlen X1 és X2 csapágy, ami a motorra rászzerelt csúszólap részegységet hordozza.

1.4. Az R1 és R2 tengelyek leírása

Minden „Hátsóütköző-ujjrendszer” egy alumíniumötvözetű lapból áll, ami a vízszintes vezető elemeket (R tengely vezetőblokk), valamint a tengelymeghajtó motort tartja. A részegységek burkolattal vannak védve, ami mechanikai egységek könnyű hozzáférését teszi lehetővé.

1.5. Vízsintes vezetőegység

Ezek a vezetőegységek teszik lehetővé a „Hátsóütköző-ujjrendszer” mozgását a Z kereszttartón. Egy golyósblokkegység szolgál, mint megvezető. Két blokk található minden tartó homlokoldalán, és egy a hátsó oldalán. Az utolsó egy beállító lappal van összeszerelve, ami a hátsóütköző függőleges mozgásának finom beállítására szolgál.

1.6. R tengely csúszóblokkja

Ez a blokk szolgál az ütközőujjak tartójaként, továbbá az R tengely mozgatása során a tökéletes helyzetbeállításért. Ez egy alumíniumötvözetű alakos tartóból készült, amibe 4 golyósblokk van beszerelve. Ezen rész a homlokoldalon elhelyezett ujjtartóegységet tartja a rugóstárcsa segítségével. Egy csavarral lehet az ujj mechanikus nullázását és finombeállítását elvégezni.

2 TELEPÍTÉS, ÁTADÁS ÉS BIZTONSÁGI INTÉZKEDÉSEK

Ez a kezelési utasítás megkönnyíti a GINOP-2.1.7-15-2016-00807 kutatás és fejlesztés keretében kifejlesztett, majd legyártott kísérleti élhajlítógép telepítését és az elektromos ellátó egységekhez való csatlakoztatását.

2.1. Telepítési előkészületek

- A kísérleti élhajlítógépet stabil, szilárd felületre kell telepíteni.
- A munkaterületnek egy 100 mm vastag sík betonfelületre van szüksége (2 mm/m max eltérés).
- Biztosítani kell a hozzáférést az élhajlító mind a négy oldalához.
- Legalább az egyik oldalon hagyjon egy, a maximális hajlítási hosszúságnál kissé nagyobb helyet, hogy a darab oldalsó visszahúzása egészen a maximális hajlítási hosszig elérhető legyen.

2.2. Mozgatást és beszerelést megelőző előírások

Tiltott eljárások:

Semmilyen körülmények között se csatlakoztassunk emelő szerkezeteket (függesztő szerkezetet, kampót, szíjat stb.) a következő részekhez:

- felső hajlító egység
- alsó hajlító egység
- elektromos kapcsoló szekrény

2.2.1. Mozgatás

Az összes gépmozgatási műveletnél tartsa be az alábbi előírásokat:

- Csatlakoztassa a hevedereket, láncokat vagy emelőrudakat úgy, hogy ne lépje túl a maximum megengedett terhelést.
- Feltétlenül ellenőrizze azt, hogy emeléskor a kísérleti élhajlítógép függőleges és vízszintes tengelye a szilárd felülettel bezárólag nem haladhatja meg a 90°-ot.

- A gépet mozgatás közben csak a keretnél fogva szabad emelni.

A mozgatási műveleteket az alábbiak szerint kell végezni:

- Ha az elhelyezéshez nem használhatunk emelő berendezést, akkor csúszótalpak használata is lehetséges, azokra vonatkozó általános biztonsági intézkedések betartásával.

2.2.2. Elektromos beüzemelés

A hálózati kábel feleljen meg az érvényes biztonságtechnikai előírásoknak. Egy 3 fázisú kábelt, 1 földkábelrel (zöld/sárga) kell alkalmazni, ami az alábbi táblázatban álló, üzemi hálózati értékeknek megfelelő:

GÉP	KVA	Hálózati kábel keresztmetszete mm ³ -ben
25.12	4	2
50.20	6	4
80.25	10.5	4
100.3	10.5	4
125.3	12.5	6

A kábel hozzávezetés vagy alul, vagy fenn lehetséges. A kapcsolószekrény felett elvezetett kábelt kábelvezetők igénybevételével oldja meg.

A gép áramvédelemmel van ellátva, a tápvezetékét azonban el kell látni egy megszakító berendezéssel, amely védelmet nyújt a rövidzárlat és a túláram ellen.

3 MUNKABIZTONSÁGI ELŐÍRÁSOK:

3.1. Hajlítás során felmerülő esetek

- 3.1.1.** A kis darabok próbahajlításánál mivel a kísérleti próbahajlító-gép nincs felszerelve fénysorompóval, válassza ki 3-as vagy 4-es ciklust és használja a vezérlőpultot. Amikor ez lehetetlen, használjon fogókat, vagy bármely más szerszámot. Így megelőzhető az, hogy kézzel nyúljon a hajlítópengé/matrica közelébe.
- 3.1.2.** Azonnal szabadítsa ki a szerszámok közé szorult darabot. Ellenkező esetben komoly sérüléseket okozhat.
- 3.1.3.** Bizonyosodjon meg arról, hogy a hajlítópengéket és matricákat az eljárásoknak megfelelően távolítja el, vagy szereli be.
- 3.1.4.** Soha nem próbálkozzon azzal, hogy a lemezt a szerszám bármelyik végénél támassza meg. Csak a pillanatnyi hajlítási művelethez szükséges szerszámhosszt használja.
- 3.1.5.** Soha se tegye a kezét a hátsó ütköző és a munkadarab közé, a gép üzemelése közben.
- 3.1.6.** Soha ne menjen túl közel a gép veszélyes övezetéhez a hajlítási művelet ideje alatt.
- 3.1.7.** Legyen készenlétben a lemez hirtelen elmozdulására a hajlítás alatt.
- 3.1.8.** Megfelelő, engedélyezett szerszám terheléssel dolgozzon,
- 1,2 t/m szabványos szerszámok,
 - 1,5 t/m nehéz hajlító szerszámok,
 - 0,5 t/m nagyon vékony pengéjű szerszámok.

Az UKB-A típusú alak- és lemezformáló szerszámzat katalógusában megtalálható a szerszámok terhelhetőségét.

3.2. Zajszinttel kapcsolatos adatok

A mérési módszerek megfelelnek az FN szabványoknak: S31-069 és FN N31-084

3.2.1. A munkahelyeken mért folyamatos egyenértékű hangnyomás $LA_{eq} < 70$ dB (A)

A munkahelynél mért A-súlyosan folyamatos egyenértékű hangnyomás szintje, ahol ez a szint nem lépi túl a 70 dB-t.

3.2.2. Hangnyomás szint csúcsértéke a munkahelyen
 $P_{pc} < 130$ dB

A pillanatnyi hangnyomás szint C-súlyozott csúcsértéke a munkahelyen, ahol ez az érték nem lépi túl a 130 dB-t.

A mérések 1,6 m magasságban a gép közepén, a géptől 1 m távolságban történtek (normál működési helyzet).

3.3. Normál használat

Különböző vékony lemezek hajlítása, alakítása úgy történik, hogy az alakítandó lemezt egy megfelelő szerszámmra helyezzük, melynek mérete, alakja a lemez anyagjellemzőitől függ.

A hajlítást a következő 3 hajlítási módnak megfelelően lehet elvégezni:

- levegőben, más néven 3 pontos hajlítás,
- fél vasalás, más néven V horonyra,
- vasalás.

Minden esetben kötelező betartania a szerszámok megengedett maximum terhelhetőségét.

3.4. Fenntartások – Kizárások

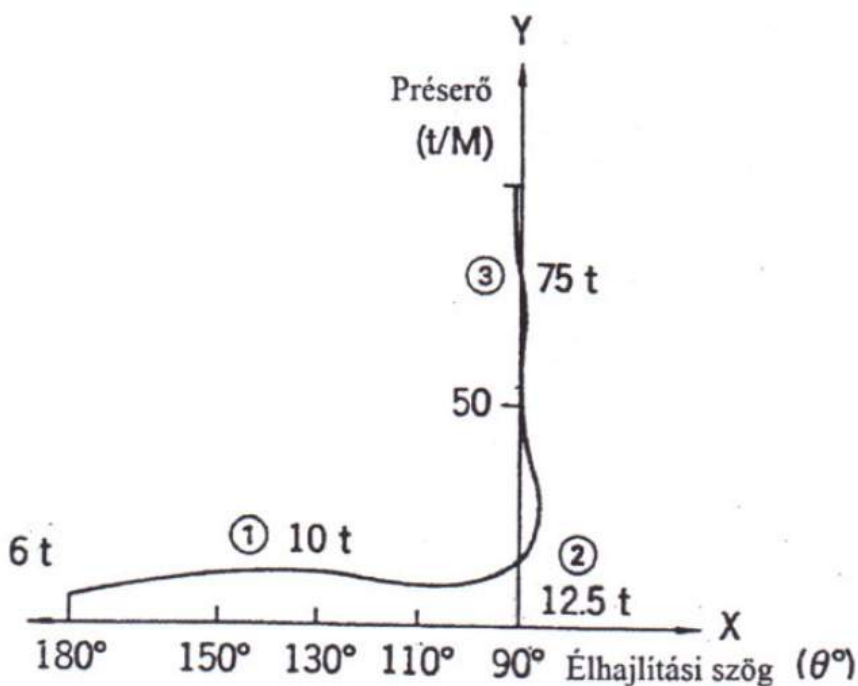
Más nem fém anyagok (pl. műanyagok, PVC, makrolan, polikarbonát, stb.) hajlítása, alakítása, lyukasztása esetében számolni kell a szóban forgó anyag mechanikai jellemzőivel. (nyúlás, szilárdság, alakíthatóság, stb.)

4 MŰKÖDÉSI KÉZIKÖNYV

A működési kézikönyvben leírtak az LP Lemezmegmunkáló Kft. „Snap-Lock Üsd és Zárd szellőző zsalukészítés technológiájának kifejlesztése az LP Lemezmegmunkáló Kft-nél” című pályázathoz kapcsolódó kutatás-fejlesztés szolgáltatáshoz tervezett kísérleti élhajlítógépre vonatkoznak. A leírás során kiemelten a tárgyi pályázat keretében a kísérleti zsalu elkészítéséhez szükséges anyagtani-, mechanikai-, gépészeti- és a lemezmegmunkáláshoz szükséges élhajlítás szakmai ismeretek kerülnek részletezésre. A működési kézikönyvben leírtak részét képezi a kísérleti próbahajlító-gép legyártásához és működtetéséhez szükséges dokumentációnak.

4.1. Terhelőerő/hajlítási szög” –görbe

A próbahajlító-gépre felszerelt bélyeg és matrica segítségével hajlítunk egy síklemezt. A hajlítás kezdete fellépő terhelőerőhöz igazodik. Ha egy görbén feltüntetjük a hajlítási szöget és az ehhez szükséges terhelőerőt, megmutatkozik a kölcsönös összefüggés a terhelőerő és a hajlítási szög között. Egy „S”-görbéről van szó, amelynek formája anyagminőség függő.



A mellékelt ábrán egy hidegen hengerelt szénacél (SPCC lemezvastagság 1 mm) görbéje látható. Az anyagminőség megegyezik a kísérleti zsalu termékhez szükséges anyagminőséggel. A terhelőerő vagy nyomás (tonna/méter), amely egy 1 m hosszú lemez hajlításához

Szükséges, az Y tengelyen van feltüntetve, és az X tengelyen a hajlítási szög látható θ (°). A hajlítási szög „ θ ” az a szög, amelyet a darab az alakváltozás után mutat (munkadarab szöge).

4.2. Préselő/élhajlítási szög - görbe

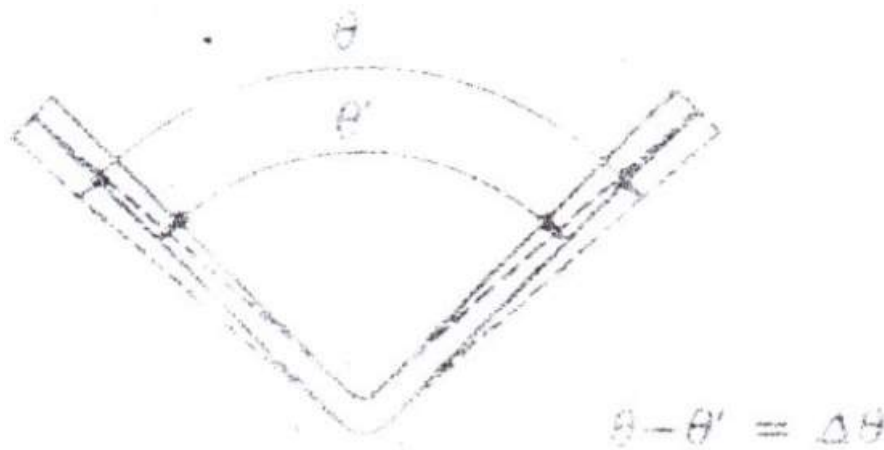
A matrica és a bélyeg közé helyezett lemez nem feltétlen hajlik meg az alkalmazott hajlítóerő hatására; a hajlítóerőnek el kell érnie egy bizonyos mértéket. Az előző pontban bemutatott ábrán a hajlításhoz szükséges nyomóerő a függőleges tengelyen látható. Látható, hogy az elején, a lemezt kb. 6 t-val terheltük. Első pillantásra úgy néz ki a lemez, mintha meg lenne hajlítva, de a terhelés megszűnésekor ismét felveszi eredeti alakját. Ezt nevezik az anyag visszarugózásának (rugalmas alakváltozás szakasza). A rugalmasság az a tulajdonság vagy hajlam, amely hatására az anyag húzása vagy összenyomása után újra az eredeti méretet vagy alakot veszi fel. A visszarugózással a kísérleti próbahajlító-gép esetén – mint minden élhajlítógépnél – számolnunk kell. A hajlítási erő fokozatos növelésének hatására a hajlítás gyorsan megkezdődik; a terhelőerő 130°-os hajlításnál éri el a legnagyobb értéket (kb. 10 t). A terhelőerő ezután kissé csökkenni kezd, ha a hajlítás mértéke meghaladta a 130°-ot. Az ábrán látszik az is, hogy ebben a tartományban a hajlítási szög a terhelőerő kis változására is érzékenyen reagál. Ez a szakasz az első.

A szükséges terhelőerő növekszik, ha a hajlítási szög eléri a 100° alatti szögtartományt. Egy 90°-os hajlítási kivitelezhető kb. 12,5 t terhelőerő hatására, ami azt jelenti, hogy 25°-kal több, mint ami a 130°-os hajlításhoz szükséges. Azt a nyomóerőt, amely egy anyag 90°-os hajlításához kell, „szükséges nyomás”-nak nevezzük. Ha az anyagot tovább préseljük, akkor egy olyan szöget kapunk, amely 3°-kal vagy 4°-kal kisebb, mint 90°, tehát egy hegyesszög. Ekkor a második szakaszban vagyunk. A hegyesszög újra 90°-ra nyílik, ha a terhelést tovább növeljük. Ehhez a ponthoz tartozó nyomás eléri a kb. 75 t értéket. Ez az érték megfelel a „szükséges nyomás” hatszorosának. Az fentiekben bemutatott ábrán az Y tengely mentén emelkedő folyamatos vonal utal a 90°-os hajlításnál fellépő erő gyors növekedésére. Ezt a területet, amelyben a hajlítási erő gyors növekedése ellenére a hajlítási szög alig változik, a harmadik szakasznak jelöltük. Ami az első, második és harmadik szakaszban használt hajlítási erő hatására történik, azt részleges hajlításnak, hajlítás az alapra, ill. vasalásnak nevezzük, és ez megfelel a három előzőleg felsorolt hajlítási fajtának. Hozzáfüzendő, hogy egyes hajlítások, mint a részleges hajlítás és a hajlítás az alapra, a léghajlítások közé tartozik.

4.3. Visszarugózás

4.3.1. A visszarugózás kialakulása

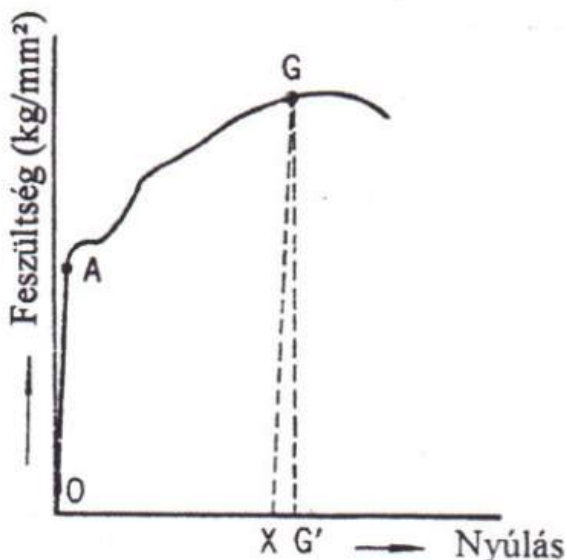
A fentiekben taglaltak rávilágítottak, hogy a kísérleti zsalu kereteinek és lamelláinak megalkotásakor kikerülhetetlen tényező a visszarugózás. A következőkben vizsgáljuk meg a visszarugózás menetét a kísérleti zsalu keretek megmunkálásakor.



A fenti ábra mutatja a visszarugózás tompa-, vagy hegyesszögnél, valamint 90°-os „V” hajlításnál.

A folytonos vonalak szemléltetik a szöget a visszarugózás előtt (θ), a szaggatott vonalak pedig a visszarugózás után (θ').

Most vizsgáljuk meg a tárgyi esetben két szempont szerint a visszarugózás okait: egyszer, mint feszültségnyúlás diagramm, azután, mint molekuláris elcsúszás a lemez belsejében.

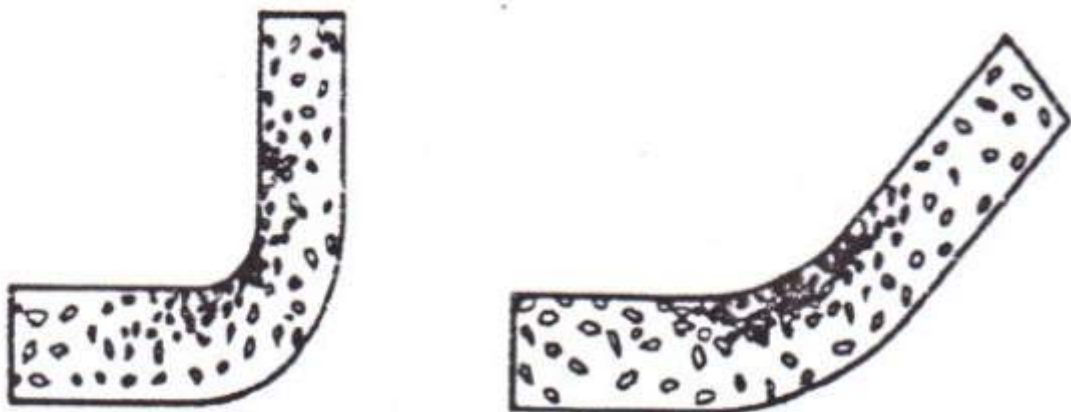


A fenti ábrán bemutatott feszültség-nyúlás diagrammban fokozatosan csökken a nyúlás (alakváltozás), ha a G pontnál a maradó alakváltozás szakaszában a külső terhelőerőt lecsökkentjük. Párhuzamosan a 0-A egyenessel csökken (ami a visszarugózási sávban fekszik, ahol a feszültség arányos a nyúlással). Amikor a lemez külső terhelését megszüntetjük, a nyúlás eléri az X értéket. Ez azt mutatja, hogy a lemez a visszarugózási sávban egy meghatározott visszarugózási erőt megőriz.

A G'-X a diagrammon mutatja, hogy a lemez mennyire őrizte meg eredeti formáját, és 0-X a maradó alakváltozást ábrázolja.

Ezt úgy foglalhatnánk össze: a lemez visszarugózása akkor sem szűnik meg, ha a feszültség, ami a lemezben kialakul, a rugalmassági határt meghaladta. (Az alakítási terület ezen a határon kívül fekszik.) Ez az oka a visszarugózásnak.

4.3.2. Molekulaeltolódás az élhajlítás következtében



A fenti ábrán a molekuláris elcsúszás szemléltetése látható a zsalu keretek síklemezének 90°-ban történő hajlításánál, ill. a zsalu lamelláinak hajlításánál egy tompaszög esetén, nagyított formában. Egyértelmű, hogy a lemez a belső oldalán összenyomódik, a külsőn megnyúlik. Közte egy olyan réteg található, ami sem összenyomva, sem nyújtva nem lesz. Ezt a réteget semleges rétegnek, vagy semleges szálnak nevezik.

Amikor a lemezt meghajlítják, ellentétes feszültségek hatnak a lemez külső és belső oldalára. Általánosan a nyomószilárdság nagyobb, mint a húzószilárdság. A fellépő nyomóerő hatására a lemez külső oldala határozottan megváltoztatja alakját. A belső oldalon ezzel ellentétben a szakítószilárdságot még nem éri el. Ezért hajlamos megint az eredeti formáját felvenni. A feszültség a behatoló erővel (nyomással) szembeni ellenálló erőt jelenti, amely a lemez külső része felől a belső oldalra hat. Ez a nyomásellenállás alakul át visszarugózássá. A maradó alakváltozás a visszarugózás (rugalmas alakváltozás) ellentéte, az a tulajdonság,

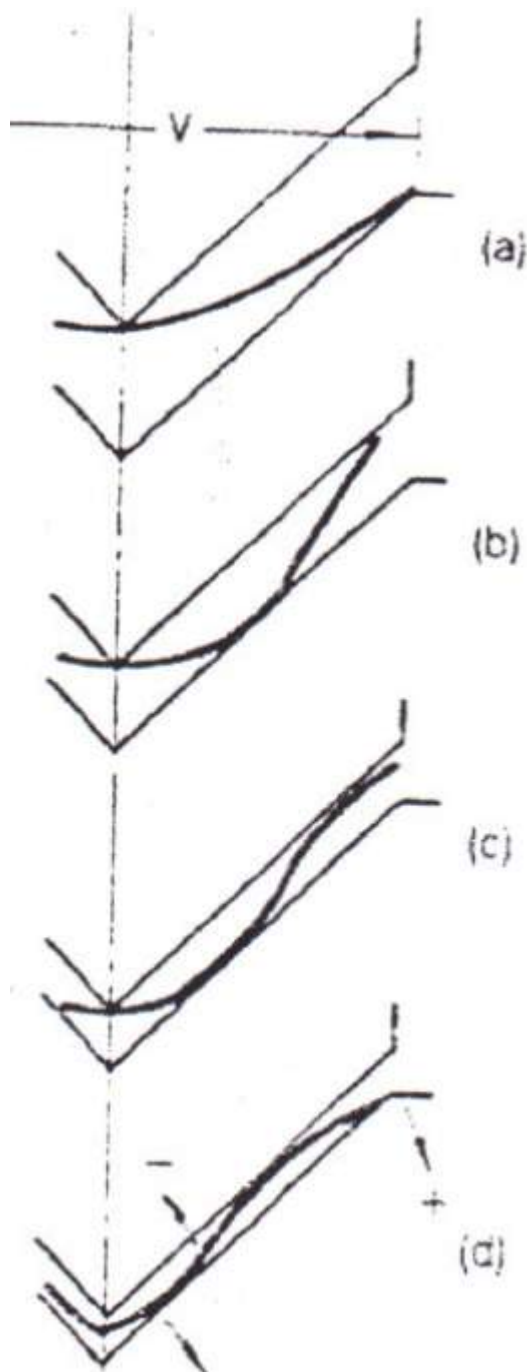
amelynek eredményeként terhelés elvétele után, az anyag nem tér vissza a kiindulási állapotba.

4.3.3. Pozitív és negatív visszarugózás

Fontos kitétel, hogy a munkadarab szöge a „hajlítási szöggel” nincs pontosan meghatározva, mivel utóbbi az „alakítás alatti szöget” és „alakítás utáni szöget” is jelentheti. Ezért meghatározásként a „hajlított szög” terminust használjuk. Ha a szöget az alakítás után θ -nak és az alakítás alatt θ -nak nevezzük, akkor az eredmény $\theta - \theta = \Delta\theta$. Delta (Δ) egy kis érték; $\Delta\theta$ a visszarugózás szögértéke.

Mint a fentiekben bemutatásra került, (4.1. fejezet) a meghajlított szög 3° vagy 4° -kal kisebb lesz, mint 90° . Ezt az esetet visszarugózásnak nevezzük és fenti egyenlet felhasználásával a $\theta - \theta = \Delta\theta$ mint negatív $\Delta\theta$

érték jelentkezik. Röviden kétféle visszarugózást különböztetünk meg: $+\Delta\theta$, és $-\Delta\theta$. Attól függően, hogy mekkora hajlítási nyomóerőt használunk, a $\Delta\theta$ pozitív, vagy negatív lesz.



A negatív-, vagy pozitív visszarugózás a tárgyi megmunkálás során az alábbi feltételekkel alakulhat ki:

A hajlítási nyomás alatt a bélyeg és matrica közé helyezett lemez V-hajlítás közben formáját (a)-ról (b)-re majd (c)-re változtatja. A lemezt eközben, mint kontinuum kezelhetjük, ami pozitív tényezőt (+ visszarugózás) és negatív tényezőt (– visszarugózás) foglal magába.

Tudni kell még, hogy a pozitív és negatív tényezők nem állandóak, hanem tulajdonságukat a felhasznált nyomás hatására alakítják és változtatják. Ezért „+” visszarugózás, vagy „–” visszarugózás képződik, attól függően, hogy mekkora a lemezre gyakorolt hajlítási nyomás. Ennek meghatározására az alábbi kalkulált táblázat szolgál.

t	V	4	6	7	8	10	12	14	16	18	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250
b	2.8	4	5.0	5.5	7	8.5	10	11	13.5	14	17.5	22	28	35	45	55	71	89	113	140	175	
ir	0.7	1	1.1	1.3	1.6	2	2.3	2.6	3	3.3	4	5	6.5	8	10	13	16	20	26	33	41	
0.5	4	3																				
0.6	6	4	4	4																		
0.8		7	7	5	4																	
1.0		11	10	8	7	6																
1.2			14	12	10	8	7	6														
1.4				15	13	11	10	9	8													
1.6					17	15	13	11	10	9												
2.0						22	19	17	15	13	11											
2.3							25	23	19	17	15	12										
2.6								28	25	22	18	14										
3.0									34	30	24	19	15									
3.2										34	27	22	17	14								
3.5											33	26	20	16	13							
4.0											43	34	27	21	17							
4.5												44	34	27	21							
5.0													52	42	33	26	21					
6														60	48	38	30	24				
7																52	41	33	26			
9																	67	54	43			
10																		85	67	53	42	

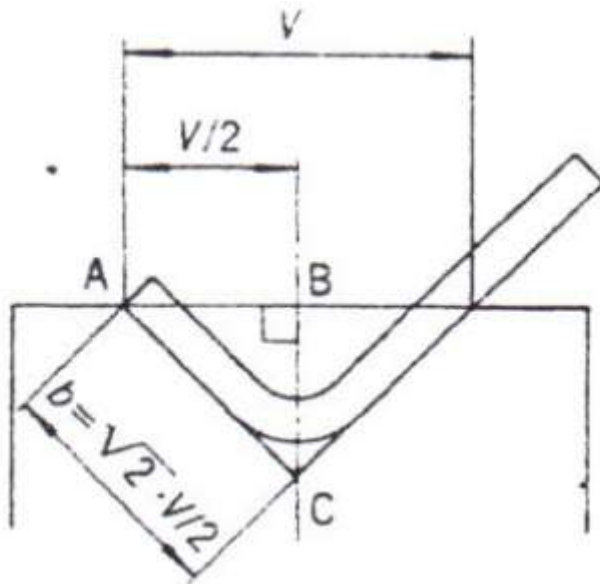
A fenti táblázat tartalmazza a szükséges nyomást a léghajlításhoz. Az első sor balra adja meg a lemezvastagságot (t). A három felső sor mutatja a matrica V-nyílását (V), a minimálisan felhajtható oldalhosszúságot (b), és a hajlítás belső rádiuszát (ir). A következő sorokban a lemezre ható méterenkénti nyomás van megadva. A következő értékeket lehet a táblázatból értelmezni:

- (a) a hajlításhoz szükséges szerszám V-nyílása
- (b) a legkisebb felhajtható oldalhosszúság, amit fel lehet hajlítani
- (c) méterenként szükséges hajlítási nyomás
- (d) előállított belső rádiusz

4.4. Legkisebb felhajtható oldalhosszúság

A fenti táblázatból leolvasható a kísérleti zsalukhoz szükséges legkisebb felhajtható oldalhossza – azaz a zsalu keret 90°-os oldalhajtatásai, abban az esetben, ha V-nyílás a lemezvastagságnak megfelelően van megállapítva. A legkisebb felhajtható oldalhosszúság jelen esetben műszakilag nagyfokú tervezést igényel; a kísérleti zsalutermék hajlításának egyik sarkalatos pontja a matrica- és bélyeghez kiterjedéshez viszonyított kis oldalméretek miatt. A hajlítás végezetéig a matrica felszínének biztosan kell a lemezt

tartania. Különben a lemez lecsúszhat a matrica élről, és így a hajlítás már nem lesz teljesen tökéletes. Egy ilyen hajlítási előzmény után nem lesz pontos a hajlítás; ez a fajta hajlítási módszer munkabiztonságból is még veszélyes is lehet. A „legrövidebb oldalhosszúság” azért szükséges, hogy a lemezt megfelelő pontossággal és biztonsággal lehessen lehajlítani.



A fenti ábra a legkisebb oldalhosszúság kalkulációját mutatja meg. Az ugyanolyan szárhosszúságú háromszögnél ABC, az oldal hosszúsága $b = \sqrt{2} \times V/2$.

Ha a tárgyi termék elkészítéséhez a lemez hajlításakor egy 6 mm V-nyílással rendelkező matricát használunk, akkor t a táblázat szerint 4 mm. Egy 25 mm-es V-nyílásnál az ennek megfelelő t 17,5 mm. Ha a munkadarab rajznál az oldalhosszúság nagyobb, mint a t , akkor abból indulhatunk ki, hogy a V-nyílás rendben van. Ha a szárhosszúság kisebb, mint a t , akkor a V-nyílás nem megfelelő a hajlításhoz. Ekkor egy kisebb V-nyílást kell választanunk.

4.5. Szükséges nyomóerő

Fontos kitétel, hogy a „szakítószilárdság: 45-50 kg/mm²” megadás a 4.3.3. fejezetben bemutatott táblázatban, a normál fémekre vonatkozik. Mint fent szerepel, az F (hajlítási nyomás) érték a lemezre ható méterenkénti nyomásra vonatkozik. Ez ugyanakkor az alapra hajlításnál is szükséges nyomás. Általánosan a nyomástáblázatban az alapra hajlításhoz szükséges nyomás normál fémekre van megadva.

A szükséges F meghatározásához a következőképpen kell tenniük: először – a lemezvastagságtól függően t – meghatározzuk a V-nyílást. Ezután a megfelelő sorból kiolvassuk a t értéket a V érték meghatározásával a táblázatból.

A kísérleti zsalu esetében, amennyiben az anyagvastagságot műszaki vagy piaci okokból kifolyólag változtatnunk kell, akkor a kísérleti élhajlítógép a paramétereinek változtatása révén képes vastagabb vagy vékonyabb lemez megmunkálására, azaz vastagabb vagy vékonyabb zsalu termék előállítására. Természetesen e változásokat a szerszámzat és a kísérleti hajlítógép paramétereinek figyelembevételével (például motorerő) kell alkalmazni. A kísérleti próbahajlító-gép így képes hosszútávon próbahajlítások révén optimalizálni a kifejlesztett terméket.

Például jelen termék esetében az értékek alábbi változását jelenti:

Egy V-nyílásnál és 2 mm lemezvastagságnál, a megfelelő nyomás $F=22$ t.

vagy $t= 3,2$ mm és V 25 mm, $F=27$ t;

ill. ha t 6 mm és V 50 mm, $F= 48$ t.

F mindig a méterenként lemezre ható nyomóerő.

5 A KÍSÉRLETI ÉLHAJLÍTÓGÉP SZERSZÁMZATA

5.1. A szerzámzat szükségessége

Ez a fejezet tartalmazza a szükséges háttér-információkat, hogy a hajlításhoz szükséges szerszámokat – bélyegeket és matricákat – megfelelően felhasználva biztosítsák a kísérleti termék létrejöttét. A fejezet nagyrészt azokkal a kérdésekkel foglalkozik, hogy milyen követelmények vannak a megfelelő szerszámmal, anyagával és előállításával szemben, hogy a tárgyi termék megmunkálása műszakilag kivitelezhető legyen.

Általános érvényű megállapítás, hogy a kezelők ismerik a szerszámokkal kapcsolatos ismeretek fontosságát, de csak a saját munkájukkal kapcsolatosan. Az előállított termékre közvetlen hatást fejt ki a bélyeg és a matrica pontossága, anyaga és keménysége.

5.2. A minőségi szerszámokkal szemben támasztott követelmények

Ahhoz, hogy meg tudjuk ítélni a bélyeg és matrica minőségét – azaz a projekt sikeres kivitelezése szempontból elengedhetetlen minőségi szerszámokkal szemben támasztott követelményeket, - meg kell vizsgálnunk az alábbiakat:

- (a) Hosszuk tegye lehetővé a könnyű ki- és beszerelést.
- (b) Teljes mértékben nemesített anyag, nagy ellenállással és élettartammal.
- (c) Nagy pontosságú kivitelezés.
- (d) Szabadon cserélhetőség biztosítása a befogórendszerrel.

Összefoglalva azt mondhatjuk, hogy a kísérleti zsalu gyártáshoz szükséges minőségi szerszámok, amelyek bélyegből és matricából állnak, könnyen kezelhetőek, hosszú élettartammal rendelkeznek, nagy pontosságúak és cserélhetőek.

5.3. A szerszámok anyaga, felületkezelése és gyártási eljárása

A hajlítás menete során a szerszámokat ismétlődő jelleggel nyomóerő és hajlítónyomaték terheli. Abból a tényből kiindulva, hogy egy kísérleti

termék megalkotása során – ami keretes- és lamellás kialakítása miatt rengeteg élhajlított szakasszal rendelkezik - a szerszámok naponta akár 3000 munkaütemet is végezhetnek. Az ehhez szükséges szilárdság és élettartam csak jó minőségű nemesített anyaggal érhető el. Két felületkezelési módszer van: „edzés” és „nemesítés”. Ezután hívják a szerszámokat „edzett szerszámnak” vagy „nemesített szerszámnak”. A kísérleti hajlítógéphez használt hajlítószerszámoknak ezért vagy edzett, vagy nemesített szerszámoknak kell lenniük, hogy a fellépő terhelést bírni tudják.

Léteznek szerszámok, amelyek nincsenek hőkezelve. Ezeket a szerszámokat nem ajánlott számításba venni a kísérleti próbahajlító-gép tervezésénél, mert jó minőségű szerszámok előállítására csak edzett vagy nemesített acélok alkalmasak. (Ezért olyan anyagot kell választani, ami hőkezelésre alkalmas.)

5.4. A szerszámok hossza

Hajlítószerszámként a zsalu termék elkészítéséhez használhatunk egy- és több darabból álló szerszámokat. Az egy darabból álló szerszámok egyszerű szerszámok, amelyek pontosan a kívánt hajlítási hosszra készülnek. A több darabból álló szerszámok több különböző hosszúságú darabból tevődnek össze. A szerszámok hatásfokát nagymértékben a hosszuk befolyásolja. Amennyiben a tervezett kísérleti próbahajlítógép reálisan modellezi a pályázat tárgyát képező zsalu terméket, kalkulálnunk kell azzal a munkafolyamat egészét érintő fázissal, ami a szerszámcserét is magába foglalja. Vizsgáljuk, hogy milyen hatása van a szerszám hosszának a munka teljesítményére a szerszámcsérével kapcsolatban, amely hajlításnál gyakran megesik.

A szerszámcserét megelőzően néhány feladatot el kell végeznünk.

Munkamenet	Szerszámtípus	
	Egy darabból álló	Több darabból álló
Előkészítés	Villás targonca szükséges, ill. több mint 1 személy	1 személy elegendő
Beépítés: előbeállítás	2 személy összedolgozva	1 személy elegendő
Pontos beállítás	Hézagoló betétekkel próbahajlításokkal	Szakszerű előbeállításnál nem szükséges
Kiszerezés	Több mint 1 személy	1 személy elegendő
Tároláshoz szállítás	Villástargonca szükséges, ill. több mint 1 személy	1 személy elegendő

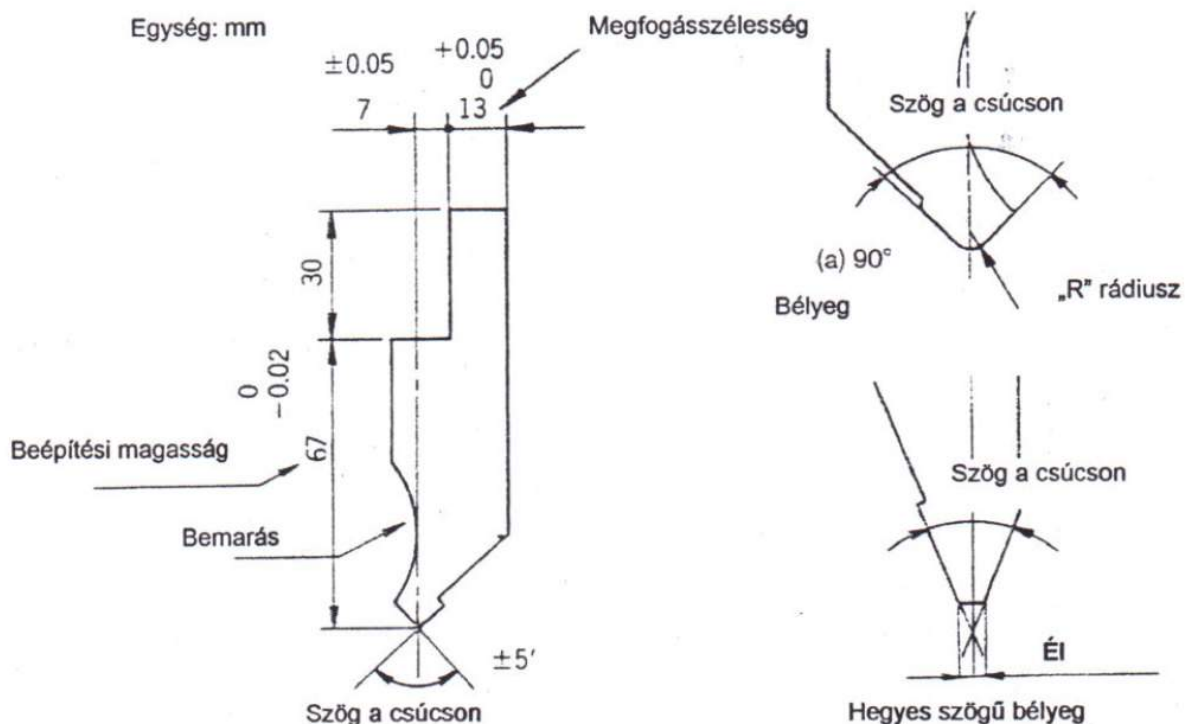
A következőkben megvizsgáljuk, hogy milyen hatása van a különböző szerszámtípusoknak a kísérleti zsalu termék készítésénél a hajlítás pontosságára. Első közelítésben hatással van a szerszámok párhuzamossága. Ennek érdekében vizsgálatok születtek, hogy az egy darabból álló- és a több darabból álló szerszámok párhuzamosságát összevetve, hol érhetünk el minőségben magasabb színvonalat.

Az elérhető legnagyobb megmunkálási pontosság gyalugépek esetén 0,05 mm/m, köszörüléssel 0,02 mm/m. Ebben az esetben az elérhető pontosság egy darabból álló szerszámnál 0,1 mm a 2 m-es hajlítási hossz mentén. Több darabból álló szerszámnál 0,02 mm. Tehát az osztott, több darabból álló szerszámok 5x pontosabbak, mint az egy darabból gyártott szerszámok. Mindezek figyelembevételénél érdemes a kísérleti próbahajlító-gépet több darabból álló, osztott szerzámzattal felszerelni.

5.5. Szerszámkeresztmetszet

A szerszámok jellemzője egy forma, amely a teljes hossz mentén azonos. A kezelő számára fontos, hogy a különböző keresztmetszetű formákat és méreteket jól megjegyezze, a jó és pontos munkavégzés érdekében.

5.5.1. Bélyeg



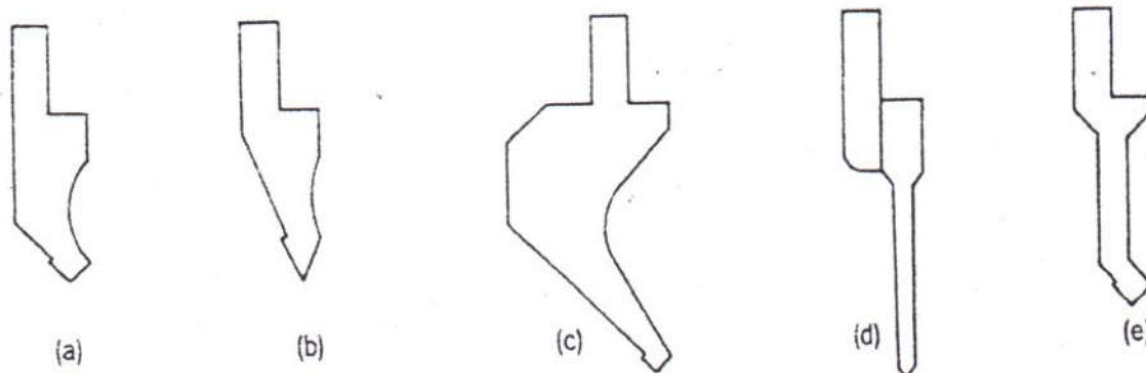
A fenti ábrán látható a keresztmetszet. A szerszámok keresztmetszetének fontos ismérvei: nyílásszög a hegyén (1); kikönnnyítés (2); beépítési magasság (3).

5.5.1.1. Nyílásszög

A következő szögek alkalmazhatóak: 30° , 45° , 60° , 88° , 90° . A 30° és 45° szögű bélyegeket hegyesszögek kialakítására, a 60° , 88° , 90° szögűeket pedig 90° zsalu keret hajlításokhoz használjuk. A 90° -os hajlításhoz használt bélyegeik hegyén egy rádiusz „R”, a 30° és 45° bélyegek hegyén egy ennek megfelelő letörés található. A fenti ábrán egy 90° -os bélyeg, a (b) ábrán egy hegyesszögű látható.

5.5.1.2. A kikönnnyítés formája

A bélyegek rendelkeznek olyan kikönnnyítéssel, amely néhány hajlításhoz elengedhetetlenül szükséges. A kikönnnyítés formáját a termék alakja határozza meg.



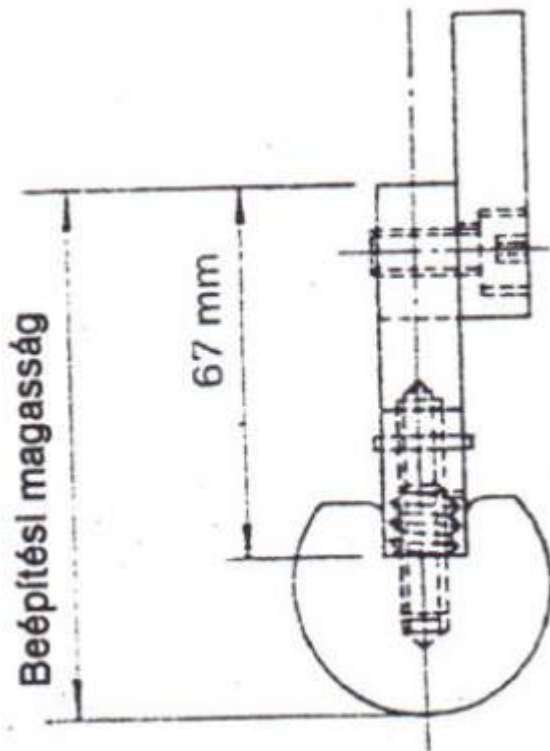
A fenti ábra mutatja a fontosabb bélyegek kikönnnyítésének formáját melyek alkalmazhatóak jelen esetben:

Az egyik bélyeg típus a hátsó oldalon van kikönnnyítve.

A másik fajtánál ugyanolyan vagy különböző kikönnnyítés van az első és a hátsó oldalon. Az (a), (b), és (c) bélyegek az első csoportba, a (d) és (e) a második csoportba tartoznak.

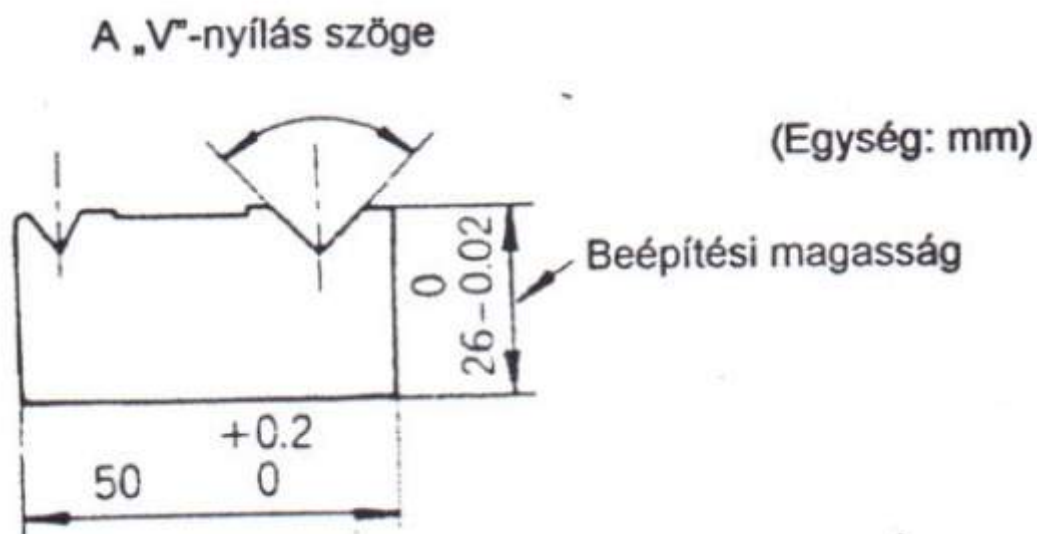
A fenti ábrán látható 90° -os bélyeget a zsalunál az alapra hajlításhoz, a (b) típusút hegyesszögű hajlításokhoz, ill. levegőhajlításhoz használjuk. A (c) egy ún. „kecskeláb-bélyeg”. A (d) egy egyenes bélyeg, amelyet szimmetrikus zsalukeretek alkatrészéhez használjuk. Az (e) típus egy hajlított bélyeg, amit közvetlenül a zsalu keretgyártáshoz lehet előnyösen használni.

5.5.1.3. Beépítési magasság



A beépítési magasság a bélyeg magasságára vonatkozik. Hét különböző beépítési magasság áll rendelkezésünkre: 65, 67, 70, 90, 95, 104 és 105 mm.

5.5.2. Matricák



A fenti ábrán látható a próbahajlító-gép matricájának keresztmetszete. A zsalu hajlításokhoz a matricákat az alábbi jellemzők alapján lesznek csoportosítva:

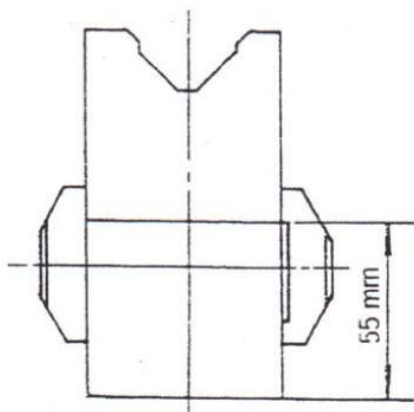
- A V-nyílás formája és
- a V-nyílások száma. Azt a matricát, amelyen egy V-nyílás van, 1V matricának nevezzük, és azt amelyiken 2 V-nyílás, 2V matricának. Ezenkívül létezik egy matrica, amelynek három téglalap alakú nyílása van, ezt 3U matricának hívjuk és kategorizáljuk.

5.5.2.1. 1 V-matrica

Két fajtája létezik az 1 V matricáknak. Az egyik fajta 4 mm feletti lemezek hajlítására (pl.: zsalu merevítések) használható, a másik fajta a zsalu keretgyártáshoz. Az első fajtánál a V-nyílás felfekvő felületein egy szinteltolás található. A második típusnál ez nincs.

5.6. Szerszámtartó

Két módszer létezik a szerszámok gépre való felfogatására. Az első esetben a szerszámokat közvetlenül az alsó- vagy felső présgerendára fogatjuk fel. A másik esetben szerszámtartót használunk felfogatásukra. Ha szerszámtartót alkalmazunk, akkor a bélyeget a bélyegtartóba, a matricát a matricatartóba fogjuk.



5.7. A hajlítószerszámok kiválasztása

Ebben a fejezetben részletes leírást adunk a próbahajlító-gép hajlítószerszámainak különféle fajtáiról, mint pl. V-hajlítás, R-hajlítás és a lapolás. Ezen kívül szót ejtünk a gyártás során felmerülő kidolgozási problémákról és hajlítási feladatokról is.

5.7.1. A szerszámválasztás menete

A szükséges szerszámok kiválasztásakor lépésről lépésre kell haladnunk. Ez azt jelenti, hogy egy meghatározott sorrendet kell követnünk a helyes szerszám kiválasztásához. (A legtöbb esetben, ahol probléma adódik a gyártás során, azért van mert ezt a szabályt figyelmen kívül hagytuk.)

A megfelelő szerszámok kiválasztása a V-nyílás méretének meghatározásával kezdődik. Továbbá figyelembe kell vennünk a bélyeg és matrica kombinációját, a kísérleti próbahajlító-gép technikai adatait, hajlítási sorrendet és a kísérleti zsalu lamelláinak Z hajlásait, valamint a szerszámok terhelhetőségét. Ha ezeket a dolgokat figyelembe vesszük, jelentősen csökkenthetjük a hibaarányt. Ezután kerül ez az eljárás részletezésre.

5.7.1.1. A V-nyílás kiválasztása

Amint azt az előzőekben említettük, a szerszámválasztás első lépéseként meghatározzuk a V-nyílás méretét. A V-nyílást az 4.1 fejezetben bemutatott táblázat alapján (lemezvastagság és V-nyílás összefüggése) választjuk ki. A táblázatban a 6 és 6t-nél és 8 a 8t-nél csak standard érték.

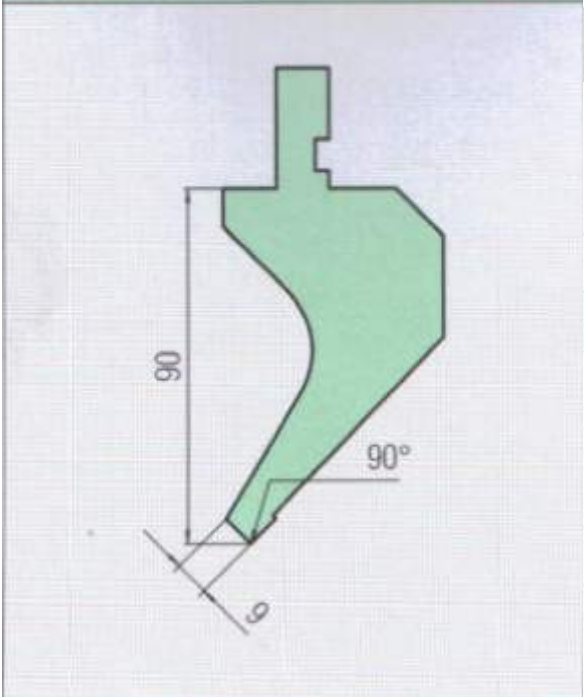
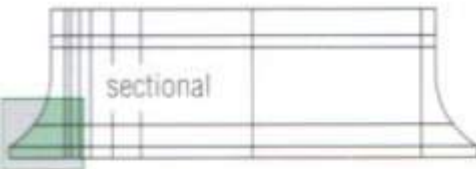
A V-nyílás méretét a 4.1 fejezetben bemutatott táblázat szerint átmenetileg meghatároztuk. A helyes V-nyílást a t , ir , és F vizsgálata után véglegesíthetjük.

5.7.2. Szerszámkombináció: Bélyeg/matrica

A kísérleti hajlító-gép helyes szerszámválasztásának egyik fontos pontja az a tény, hogy a hajlítószerszámok bélyeg és matrica kombinációjából állnak. (Ez a kombináció a lemezvastagság-, a szerszámprofil-, és a lemez minősége alapján változhat, például eltérő értékekkel kell számolnunk, ha az alapanyag hengerlése hidegen vagy melegen történik).

Vizsgálataink szerint az UKB-A típusú szerszámzatok optimális megoldásokat ábrázolnak a hajlítandó profil, lemezvastagság, és alak függvényében. Az UKB GmbH élhajlító és speciális szerszámok gyártójaként közel 30 éve áll az ügyfelek szolgálatára precíziós, korszerű technológiával, valamint első osztályú know-how támogatással. A fenti kritériumoknak speciálisan edzett, nagy pontosságú szerszámaik teljes körűen megfelelnek.

A kísérleti próbahajlító-gép UKB-A szerszámzata:

Material	42CrMo4
Härtegrad	HRC 45-49
	
	
151 sectional	
Länge 835 mm	
Radius	Bestell-Nr. Gewicht ca.
0,2	6H 151 R02 sect 19,8 kg
0,6	6H 151 R06 sect 19,8 kg
0,8	6H 151 R08 sect 19,8 kg
1,5	6H 151 R15 sect 19,8 kg
3,0	6H 151 R30 sect 19,8 kg
Horn-Belastung max. 450 kN/m	

Az előzőekben láthattuk, hogy a szerszámok hossza, minősége, kialakítása hogyan befolyásolja a munka hatásosságát, hatásfokát, és a hajlítási pontosságot. A fenti kivitelű szerszámtípusok előnye, hogy különböző hosszok összeállítása egyszerű és jól látható, 42CrMo4 ötvözetű edzett, nagy pontosságú köszörült acélból készültek. Az UKB-A rendelkezésre áll 845 és 415 mm hosszban, ami révén ideálisan alakítható a kívánt hajlítandó hosszméret a kísérleti zsáruk esetében.

6 A KÍSÉRLETI ÉLHAJLÍTÓGÉP ALKALMAZÁSA

6.1. V-hajlítás

A fejlesztést tárgyát képező megmunkált lemez esetén az alkalmazott hajlítási technika a V-hajlítás, amellyel a kísérleti termék előállítható. Az 5.7.1.1. fejezetben taglalt szerszámzat és meghatározott UKB-A szerszámok nagy pontossággal teszik lehetővé a V-hajlítás kivitelezését. Mivel a V-hajlítás felhasználási területe az egyszerű egylépcsős hajlítástól a bonyolult többlépcsős hajlításokig terjed, amelyek építőipari alkatrészeknél, dobozoknál, kereteknél fordul elő így kiváltképp megfelelő hajlítási technika a kísérleti zsalu kereteinek és lamelláinak megmunkálására. Az elméleti lemezvastagság a V-hajlítás esetében 0,5 mm finomlemeztől a 25 mm durvalemezig terjed, tehát jelen projekt tárgyánál felmerülő lemezvastagságokat bőven kiszolgálja.

6.2. Élhajlítási sorrend

A kísérleti termék élhajlítási műveleteit egy előre meghatározott sorrendben kell elvégezni. Az élhajlítási sorrend dönt arról, hogy a termékek alakítása tisztán történik vagy sem. Ezáltal az élhajlítás komplikáltabbá válik, mivel az UKB-A szerszám fajták és a tartozékok száma megnő (különösen a hátsó ütközők). A pontossággal és a munkateljesítménnyel kapcsolatos követelmények viszont megkövetelik egy megfelelő élhajlítási sorrend alkalmazását.

6.2.1. Az élhajlítási sorrend meghatározása

Az élhajlítási sorrend meghatározásához az alábbiakat kell ismerni:

- (1) a kívánt élhajlítási profil
- (2) az első fokozat és az élhajlítás vége
- (3) a termék pontos méretei
- (4) a lemez hatásos kezelése/mozgatása
- (5) az élhajlítási szög és a hátsó ütköző pozíciója közötti viszony
- (6) a „meghajlítás” vizsgálata

Az élhajlítási sorrend meghatározásánál rendszerint ezeket a pontokat kell figyelembe venni, annak függvényében, hogy a kísérleti termék méretei miszerint válnak függetlenül annak formai kialakításától.

6.2.2. Megengedett terhelőerő a szerszámoknál

Az UKB-A szerszámok kiválasztása a kísérleti zsalu termék elkészítéséhez szükséges megengedett maximális terhelőerő figyelembevételével történt. A megengedett terhelőerő a szerszámokhoz méterenkénti terhelésként van megadva. A szerszáma kifejtett tényleges nyomásnak ezen érték alatt kell lenni.

Stempel		Matrize	
Stempel Nr.	t/m	Matrize Nr.	t/m
4, 16	100	121	60
147, 148	45	123	70
116	20	124	80
45, 46	50	125, 126	100
50, 51	45	127	70
452, 462	70	301	60
150, 151	45	302, 303	70
453, 463	50	304, 305, 306	100
155, 156	30	13, 14, 18, 35	100
108, 109	50	5, 36, 37, 38, 39	100
200, 201	30	337	30
103, 210	100	340	80
8	30	341	60
49	20	342	40
215	100	343	70
3	100	320, 321, 322, 323	95
230, 231	100	324, 325, 326	100

A munkadarab élhajlításához megfelelő nyomást kell megválasztani. Ez azt jelenti, hogy a nyomást a fenti táblázatban szereplő aktuális élhajlítási adatoknak megfelelően kell beállítani (a munkadarab anyaga, lemezvastagság, élhajlítási hossz, a szerszám megengedett nyomása, a V-nyílás mérete).

A legtöbb olyan esetben, amikor a szerszám eltörik, ez az alapszabály nem volt betartva.

6.2.3. A visszarugózási problémák elkerülése

A kísérleti zsalu termék nagy lemezein történő kis oldalhosszúságú élhajlításoknál eldeformálódások keletkeznek, amikor a lemez „kirugózik”. Azaz, a lemeznek az a része, ami a matrcia V-nyílásán kívül van, a saját súlyánál fogva kissé meghajlik.

Ezen túlmenően a lemez élhajlításánál a felrugózás is fellép, és ha az élhajlítás kész van, ez ismét visszaesik.

Egy élhajlítógéppel történő élhajlításnál, még abban az esetben is, ha az élhajlítás automatikusan történik, lehet számolni ezzel a jelenséggel. Ennek kiküszöbölésének érdekében a 4.3.3. fejezetben foglaltak betartása szükséges és a 4.1.1.fejezetben szereplő táblázat szerinti előzetes kalkuláció az anyagtípus, az anyagvastagság, a hajlítandó fok és az élképzést magába foglaló szakasz mérete szerint az élhajlítás megkezdése előtt.

6.2.4. A műveletek csökkentése

A komplikált profilok meghajlításával a hegesztési műveletek fölöslegessé válnak, vagy legalábbis csökkenthetők. NC-vezérlések alkalmazásával az élhajlítás technika messzemenően több lehetőséget foglal magában, így ennek révén kiválthatóak az olyan további költséges munkafázisok, mint például a hegesztés. A GINOP-2.1.7-15-2016-00807 kutatás és fejlesztés keretében kifejlesztett kísérleti élhajlítógép elsődleges célja is a hegesztési feladatok kiváltása, gyorsabb és költséghatékonyabb megoldással.

6.2.5. A hegesztési munkák elkerülése

A hagyományos zsalu termékek lemezmegmunkálásainál hegesztési munkák is jelentkeznek. A hegesztésnél deformálódások lépnek fel, amelyek kijavításához sok munkaóra szükséges. Sok üzemben „három problémával” küzdenek:

- (1) a jelölések eltávolítása,
- (2) kalapálás és
- (3) utánmunkálás csiszológéppel.

A (2) és (3) a hegesztés következtében keletkezik.

Ha az anyagmegmunkálás folyamán munkaórákat kell megtakarítani, akkor ezt főleg a hegesztéshez, kijavításhoz és az utánmunkáláshoz

szükséges munkaórák csökkentésével lehet elérni. Ehhez az alábbi módszerek alkalmasak:

- (1) Az élhajlítási pontosság javítása
- (2) Élhajlítás hegesztés helyett – amennyiben lehetséges
- (3) Olyan technikák alkalmazása, mint peremezés és az összepréselés
- (4) Összekötőkapcsok alkalmazása
- (5) A termékek módosítása úgy, hogy a hegesztés ne legyen szükséges.

A kísérleti próbahajlító-gép a fenti pontokra talál megoldást, annak érdekében, hogy a zsalu termékeket nem hagyományos hegesztéssel teszik összeállíthatóvá.

6.2.6. Lamellahajlító szerszámok (5-16. ábra)

A zsalu lamelláinak élhajlításánál pontos ütköző szükséges, ami meghatározza a lépést. Ez mindig a termékprofilnak megfelelően kell megtervezni. Az élhajlítógép löketének nagyobbnak kell lennie, mint a termék $\times 2,2$ annak érdekében, hogy alkalmazható legyen megfordítás nélküli szerszám, amelyhez nem szükséges előhajlítás.

A bélyeg szögének vagy a matricanyílás szögének (θ szög – 5-16. ábra) meg kell felelni azon tartomány szögének, ahol a visszarugózás kiegyenlítése történik. A kiindulópont a szerszámkonstrukciónál a bélyeg- és matricaválat tekintve az él betartása. Ennek az oka abban rejlik, hogy kívánt profil csak akkor érhető el, ha az élre egy pótlólagos rugóhatás is hat.

7 PROBLÉMAÁK A LEMEZEK ÉLHAJLÍTÁSÁNÁL

A lemezek élhajlításánál mindig felléphetnek problémák. Ezek lehetnek egyéni jellegűek, a géppel, szerszámmal vagy a megmunkálandó anyaggal kapcsolatosak stb. Az összes ilyen probléma leírása ebben a fejezetben igen messze vezetne, ezért a fejezet csak a szerszámokkal kapcsolatos problémákkal foglalkozik.

7.1. Szögeltérések

A legtöbb probléma az elérendő élhajlítási szögtől való eltérésből adódik. Az ilyen problémákat tendenciózus vagy nem tendenciózus problémákra lehet feosztani. A „feldudorodás közepén” (az élhajlítási szög közepén nagyobb, mint a hajlítás két végén) a tendenciózus problémák közé tartozik, amelyet erősen befolyásol a gép összeszerelésének minősége. Azok az élhajlítási szögtől való eltérések is, amelyeket az anyagminőség változásai vagy a különböző lemez hosszúságok idéznek elő, éppen úgy ebbe a csoportba tartoznak, függetlenül attól, hogy itt különböző tendenciákról van szó.

Az élhajlítási szöget a lemez minőségi tulajdonságai nagymértékben befolyásolják (eltérő lemezvastagság és belső szerkezet). Ezek a problémák a második csoportba tartoznak.

Az UKB-A szerszámgyártó természetesen garantálja, hogy a precíziós szerszámaikkal pontos élhajlítási szögeket lehet elérni, mint a tendenciózus, mind pedig a nem tendenciózus eltérések esetén. A szögtűrés $\pm 30'$ -ben van megadva. Ezért tehát kívánatos, hogy a megmunkáláskor a $\pm 30'$ -es pontosság mindig be legyen tartva. Ehhez viszont szükséges, hogy a gép és a szerszám mindig tisztán legyen tartva.

Az élhajlító szerszámok deformációi és elhasználtsága hátrányosan hat ki az élhajlítás pontosságára. A deformálódás elkerülése érdekében ügyelni kell arra, hogy a gép nyomása megfelelően legyen beállítva és a szerszámok nyomástűrése be legyen tartva. Ha egy szerszám eldeformálódik, akkor nincs más mód, mint a hibás rész levágása vagy a teljes szerszám leselejtezése.

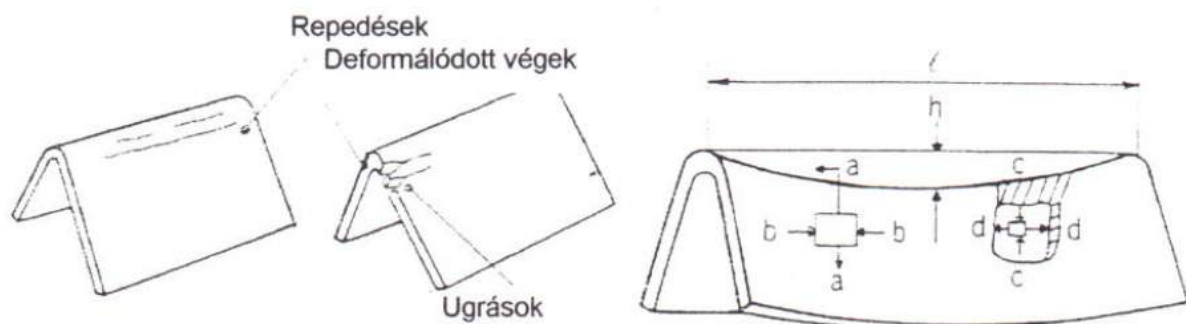
7.2. Karcok

Az élhajlításnál a behúzó felületeken történő súrlódás következtében a lemezen jelölések és karcok keletkezhetnek. A rozsdamentes acéllemezeknél, az alumíniumlemezeknél, a vinilbevonatos lemezeknél és

a lakkozott acéllemezeknél ez igen komoly problémát jelent. Az érzékeny anyagok az élhajlítás előtt rendszerint vinillel be lesznek vonva, de ez a vinilréteg szétszakadhat és az anyagon a karcok keletkezése így is lehetséges. Annak figyelembevételével, hogy a fejlesztés során létrejövő termék felhasználása látható helyeken, így különösen ügyelni kell a karcok kiküszöbölésére.

A súrlódás/dörzsölés általi karcok mindenképp a matrica V-nyílásának R behúzó felületénél keletkeznek. Ha más munkafeltételek nem játszanak közre, akkor ezek a karcok annál „laposabbak” minél nagyobb az alkalmazott matrica R értéke. Ezért ajánlatos nagy R-értékű matricát alkalmazni. Ezekre az UKB-A szerszámok kínálnak megoldást.

7.3. Repedések



A fenti ábrán repedések és ugrások láthatók a meghajlított lemezen. A repedést ugrásnak nevezik. A repedések akkor lépnek fel, ha a belső rádiusz a lemezvastagsághoz képest túl kicsi. A repedések keletkezését befolyásolja a megmunkált lemez szakítószilárdsága, a hengerlés iránya, az élhajlítás iránya, a vágott felület állapota stb.

A kísérleti zsalu termékek repedéseinek elkerülésére az alábbi intézkedéseket kell megtenni:

1. A vágott élnek tisztáknak és simáknak kell lenni. Az ollóval történő vágást az autogénvágással szemben előnyben kell részesíteni, éppen úgy, mint a géppel történő megmunkálást az ollóval történő vágással szemben. Ezen túlmenően ajánlatos a lemezt a vágott oldalával (fényes oldal) kifelé hajlítani.
2. Ügyeljen az anyag hengerlési irányára. A lemez könnyen törik, ha a hajlítás a hengerlési iránnyal párhuzamosan történik.

3. Ügyeljen a bélyeg csúcsának rádiuszára; a bélyeg rádiuszának nagyobbak kell lenni, mint a lemezvastagság.
4. Nagy szakítószilárdságú anyagoknál a repedések ritkák.
5. Alacsony élhajlítási sebességet kell választani a megmunkáláskor.

7.4. Deformáció

A 6.3. fejezetben bemutatott ábra a deformálódás jelenségét mutatja (bombírozásnak nevezik). Az anyagnak az élhajlítással történő alakításakor megváltozik az anyagstruktúrája. Az anyag vékonyabb lesz és a külső felület „a” irányba meghúzódik. Itt az anyagnak egy része hosszirányba elfolyik a vékonyabbik részbe – ahogy „b” mutatja. Ebből adódik, hogy az anyag hosszirányba összehúzódik. Az anyag a belső felületen megvastagodik, mivel a „c” irányba tömörödik. Az anyag így a „d” irányba folyik és a vastagabbik rész áthelyeződik. Ez a folyamat a belső oldalon a külső oldalon fellépő erővel együtt azzal a hatással jár, hogy a lehajlított munkadarab az alakját hosszirányba megváltoztatja, ahogy azt az ábra is mutatja.

Ez a jelenség nem mindig egyforma, függ a munkadarab típusától, minőségétől, a lemezvastagságtól és belső rádiusztól. Általában a h viszony kb. $1/1000$ és $5/1000$ között van. Nagy élhajlítási hosszoknál ez a deformáció még súlyosabb; - rövidebb hosszoknál könnyebben korrigálható.

8 PRÓBAHAJLÍTÓ KERET SZERVO MEGHAJTÓINAK ÉS MOTORJAINAK VEZÉRLÉSE:

A keret méreteinek valamint a felhasználandó és gyártandó lemez alkatrészek méreteinek, anyagtípusának, anyag vastagságának megfelelő szervo motorok tervezése és fejlesztése. Legalább 2KW teljesítményű rendszer tervezése és telepítése. Többfunkciós vezérlésre képes vezérlő fejlesztése.

8.1. A kísérleti hajlítógép szervo motorjai:

A kísérleti-, próbahajlítógép szervo motorjai elsősorban automata szerszámgépek precíziós hajtásaihoz készülnek. Különleges kialakításuk folytán alkalmasak a modern szerszámgépek által megkövetelt magas szintű dinamikus követelmények kielégítésére, hosszú élettartam mellett és szinte karbantartási igény nélkül. A kísérleti-, próbahajlítógép szervo motorjainak meghatározása során a fentiek figyelembevételével elsődleges szempontként jelent meg; szem előtt tartva a próbahajlítógép felhasználási környezetét.



A kísérleti-, próbahajlítógép szervo motorjai állandó mágneses szinkron gépek, nyolcpólusú háromfázisú csillagkapcsolású tekercseléssel az állórészen, állandó mágnesekkel felépített nyolcpólusú forgórészsel. A tengely hajtással ellentétes végén helyezkedik el az inkrementális vagy az abszolút jeladó, mely a póluskeréknek az állórész tekercseléshez viszonyított helyzetéről is szolgáltat információt. Az állórész teljesen zárt, tömítetten kivezetett tengelyvéggel. A villamos csatlakozások szintén tömített kivitelűek.

A próbahajlító-gép szervo motorjainak meghajtása legkedvezőbbben háromfázisú árammal lehetséges. A három fázis árama három egymástól 120 fokkal eltolt szinuszfüggvény szerint folyik. Ha ezt a szimmetrikus háromfázisú villamos áramot egy háromfázisú, a kerület mentén térben szimmetrikusan eltolt tekercsrendszerre kapcsoljuk, akkor az forgó mágneses mezőt hoz létre ebben a tekercselésben. A kerület mentén nem csak egy északi-déli póluspárt hozhatunk létre, hanem többet is. Így a kerületet körbejárva több északi-déli póluspárral találkozunk, vagyis például a villamos 120 fokos fáziseltolódásból 2 póluspár esetén 60 fok geometriai elfordulás adódik. Tehát ha egy adott frekvenciájú háromfázisú feszültséget kapcsolunk egy ilyen tekercselésre, abban a forgó mágneses mező másodpercenkénti fordulatszáma $n=f_1/p$ lesz, ahol p a póluspárok száma, f_1 a tekercselésre kapcsolt feszültség frekvenciája. Szinkron szervomotorok esetében az állórészen alakítják ki ezt a tekercselést, a mágneses teret pedig a forgórészen elhelyezett állandómágnesek biztosítják. A mágneses tér és a tekercselésben folyó áram kölcsönhatásaként keletkező erő a forgórészt a forgó mezővel együtt forogni kényszeríti. Ha egy vezetőkerettel kapcsolódó erővonalak száma megváltozik, a vezetőkeretben feszültség indukálódik. A szinkron fordulatszámmal forgó mágneses teret a forgórész gerjesztése és az armatúraáram együttesen hozza létre. Ez az eredő mező metszi az állórésztekercselés vezetőit, és azokban feszültséget indukál. Motoros üzemállapotban a forgórész gerjesztés olyan erősségű mágneses teret hoz létre, mely közel akkora indukált feszültséget hoz létre, mint az armatúrára kapcsolt külső feszültség. Ez a motor belső indukált feszültsége melynek maximális értéke:

$U_{max}=\omega \cdot N \cdot \Phi_{max}=2\pi f_1 \cdot N \cdot \Phi_{max}$, ahol az N az állórész tekercs menetszáma, Φ_{max} pedig a forgórész által létrehozott fluxus maximuma. Számunkra az indukált feszültség effektív értéke a fontos: $U_i=U_{max}/\sqrt{2}$. Ha a motor tengelyét nem terheljük, akkor az állórésztekercselésben csak akkora áram folyik, mely az állandómágneses forgórész forgatásához szükséges veszteségeket fedezi. Amennyiben a forgórész forgását a tengelyre kapcsolt terheléssel fékezzük, vagyis nyomatékot igénylünk a motortól, a forgórész mágneses tengelye távolodni fog az állórész mágneses tengelyétől.

A két mágneses tengely közötti különbséget hívjuk terhelési szögnek. Ennek elméleti maximuma 90 fok lehet. A terhelési szög növekedésével a forgórész mágneses tere már nem segíti oly mértékben az eredő mező létrehozását, mint üresjáráskor tette, pedig az armatúrának ugyanakkora fluxusra lenne szüksége a kapocsfeszültséggel egyensúlyt tartó indukált feszültség előállításához. Az egyensúly időlegesen felbomlik, a kapocsfeszültség és az indukált feszültség közötti különbség épp akkora áramot fog eredményezni az armatúrakörben, hogy a megerősödött armatúra mágneses tér az új egyensúlyi állapotnak megfelelő indukált feszültséget állítsa elő.

A próbahajlító-gép hajtását szinkron szervomotorokkal mozgatjuk. Szinkron szervomotoroknak kizárólag állandómágneses forgórészű motorokat használtunk. Ezek az állandómágnesek biztosítják számunkra a motor pólusfluxust, ami tulajdonképpen egy irányított mágneses tér a motor belsejében. A szinkron szervo erősítőkkel szinuszos mezejű szinkron szervomotorokat hajtunk meg. A szinkron szervo erősítőkkel lüktetésmentes nyomatékot és fordulatszámot eredményező táplálást tudunk biztosítani a szervomotorok részére. Ilyen illesztett tápláláskor az állórész fázisok áramának alakját a mező alakjától függően kell megválasztani és fázishelyzetét a forgórész szögéhez kell szinkronizálni

8.2. A kísérleti próbahajlító-gép szervo erősítői

A kísérleti próbahajlító-gép szervo erősítőinek beállítása során a szabályozásoknak három alapvető követelményt kellett kielégíteniük:

- A szabályozás stabilis működésű legyen;
- A szabályozás állandósult állapotbeli hibája minél kisebb legyen;
- A szabályozás tegyen eleget az előírt minőségi követelményeknek.

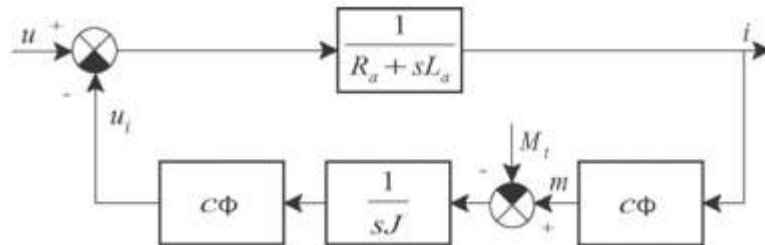
Szabályozáskor, hogy a minőségi jellemzőket javítani tudjuk, módosítani kell az időállandókat és a körerősítést. Azonban időállandók megváltoztatására, amelyek a szabályozott szakasz, az érzékelőt és a beavatkozó szervet jellemzik jelen esetben nincs mód. A körerősítés változtatásával a minőségi jellemzők alakulása kétes lehet. Például, ha az állandósult állapotbeli hibát csökkenteni akarjuk, vagyis növeljük a körerősítést, akkor csökken a szabályozási idő, mivel a szabályozási körfrekvencia növekedett, ugyanakkor csökken a fázistartalék, ami a rendszer labilitásához vezet.

Ezért hogy növeljük a szervo motorok szabályozásának stabilitását az alábbiak szerint kell eljárunk:

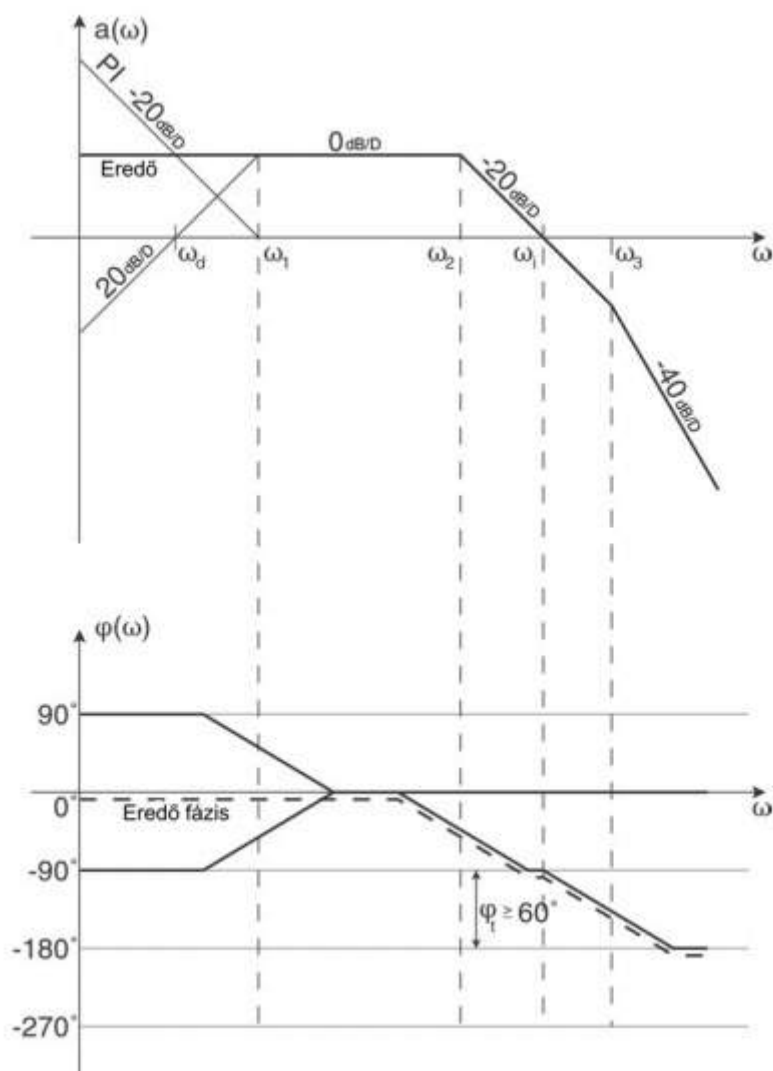
- Olyan dinamikus sajátosságú járulékos elemeket iktatunk a szabályozási körbe, amelyek a rendszer tulajdonságait a követelményeknek megfelelően módosítják. Jelen esetben soros kompenzálást alkalmazunk, ami azt jelenti, hogy a jelformáló tagot a szabályozási kör előrementő ágában sorosan iktatjuk be.

8.3. Az áramszabályozó beállítása:

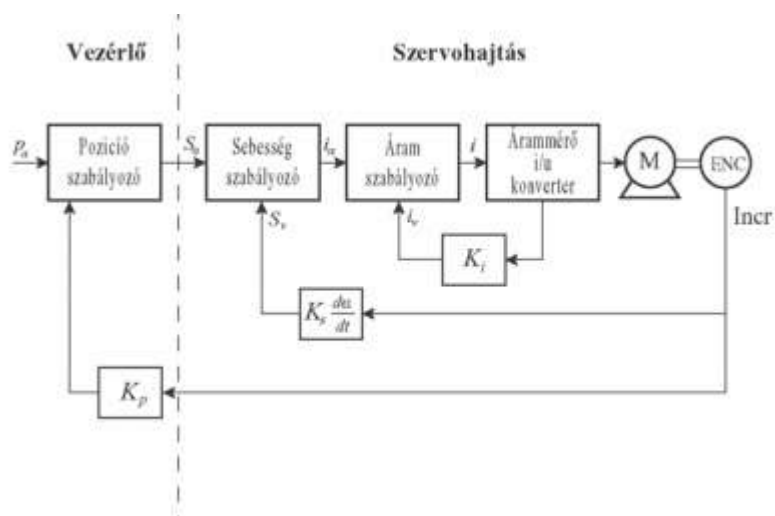
A szabályozásban a szabályozott szakasz a szinkron szervomotor. Az áramszabályozóban soros PI kompenzáló tagot alkalmazunk a következőképpen:



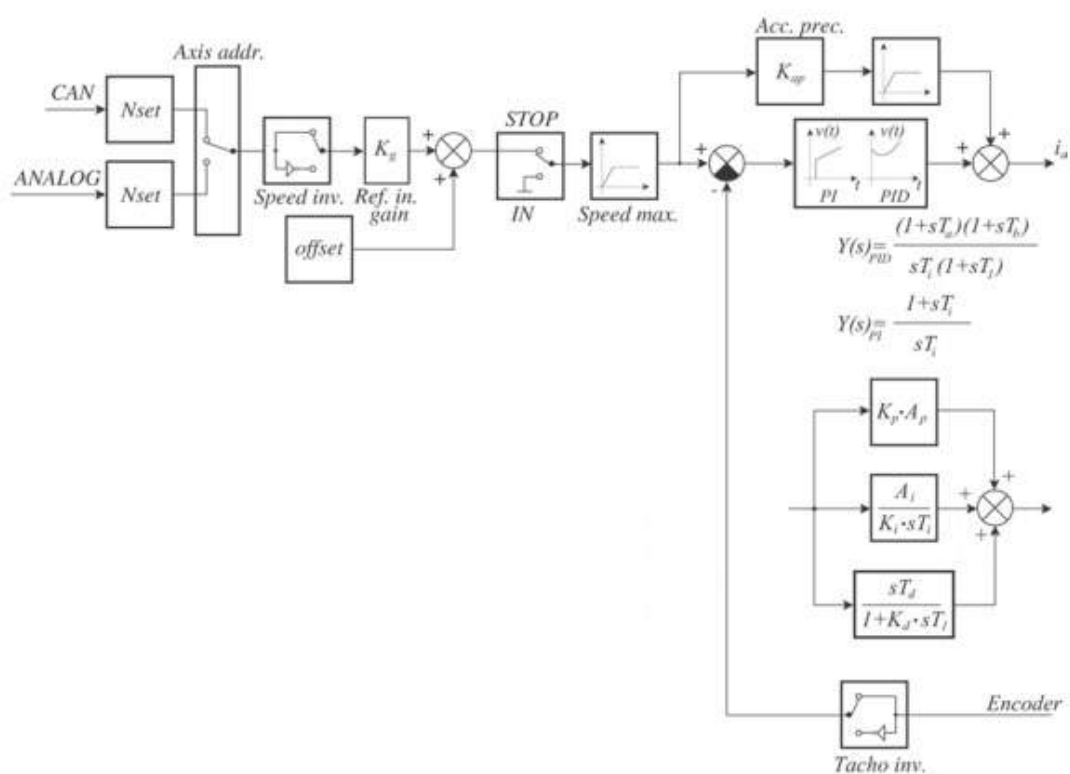
PI kompenzáló tag beiktatása az átviteli függvénybe (bode):



A szervo erősítők szabályozástechnikai hatásvázlata:



A sebességszabályozó szabályozástechnikai hatásvázlata:



8.4. A szervo hajtások beállítása:

A szervo hajtások paramétereit több csoportba osztottuk szét. Az egyes csoportok a paraméterek funkciói szerint lettek kialakítva. A hajtások beállítását a kettes paramétercsoport beállításával kezdjük, amely a hajtás inverterkártyájának a paramétereit tartalmazza. Ezek után az első paramétercsoport beállítása kerül sorra. Ebben a paramétercsoportban a hajtás működéséhez szükséges általános paraméterek találhatók. Ezek után a motor paramétereinek beállításával kell folytatni. Legvégül a két szabályzó kör paramétereit kell beállítani; elsőnek az áramszabályozó paramétereivel kezdeni, majd legutoljára a sebességszabályozó paramétereit állítsuk be.

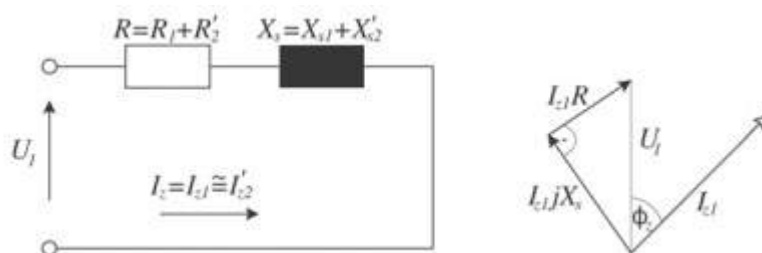
8.5. A motorparaméterek beállítása:

A motorparaméterek beállításánál alapul vesszük a motor adattábláját. Tehát először a kapocstábla adatokat töltjük ki, majd az ezekből számított adatokat.

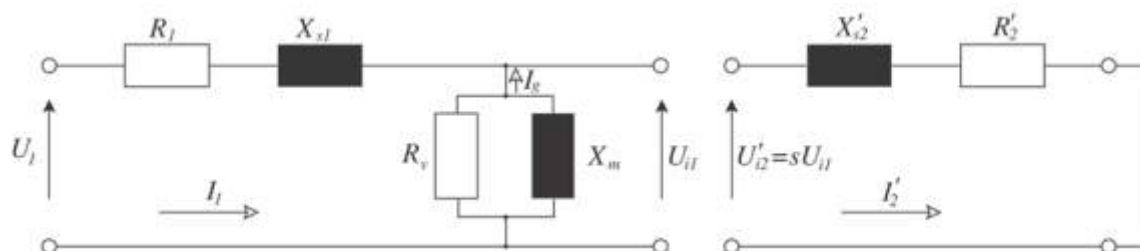
- Az első a motor póluspár száma, ami nagyon fontos, hogy pontosan legyen beállítva, különben a motor belsejében lévő forgó elektromágneses mező nem tud helyesen kialakulni. Ilyenkor a szervoerősítő nagyobb áramokat ad a motornak, mint az a megszokott lenne, és a motor egy bizonyos fordulatszám fölött hirtelen felpörög, nem lehet szabályozni a fordulatszámát. A motor póluspárszáma rendszerint nem szerepel a motorra felerősített adattáblán. Ezért ezt nekünk kell meghatároznunk a $p=60 \cdot f_1/n_n$ képlet alapján. Ekkor a p értékére egy nem egész számot fogunk kapni, aminek csak az egész részét kell figyelembe venni. Ezt az értéket kell a paraméterben megadni.
- A motor teljesítménytényezőjére és névleges áramára az adattáblán szereplő adatot kell beírni.
- A motor állórésztekercselésének ellenállását mérési úton tudjuk megállapítani. Egy kézíműszer segítségével a motor kapcsain lemérjük a tekercsek ellenállását, ahova a motorkábel csatlakozik, vesszük a mért eredmények számtani közepét, és az eredményt beírjuk a táblázatba.
- A motor maximális mező fordulatszámát a paraméterezés során nekünk kell meghatároznunk. Ez az érték a névleges fordulatszámnak kedvező esetben maximum a 4-5-szöröse lehet. Ez sokban függ a motortól, mert túl nagy mezőgyengítést nem engedhetünk meg, mert a motor már nem képes nyomatékot leadni, adott esetben fel sem gyorsul a megadott fordulatszámig. A paramétertáblába a meghatározott maximális fordulatszámérték $1/(1-s_{max})$ számmal szorzott értékét kell beírni, ahol s_{max} a maximális nyomatékhoz tartozó szlip értéke. Ha a maximális

mezőfordulatszámot kisebbre vesszük, mint a megengedett maximális rotorfordulatszámot, akkor a motor fordulatszáma ellenőrizhetetlenné válik, a maximális mezőfordulatszámig fog felgyorsulni, és abnormálisan sok áramot ad a szervoerősítő a motornak.

- A motor tekercselési időállandóját a rövidzárási mérési adatokból tudjuk csak meghatározni, ha a motor katalógusadatai között nem szerepel. A paraméterben milliszekundumban kell az értéket megadni. Rövidzárási mérés során a kapocsfeszültségből és a rövidzárási áramból ki tudjuk számolni a Z_s soros impedanciát a $Z_s = U_1 / I_{z1}$ képlet alapján. A Z_s soros impedancia két részre bontható fel, az ohmos, áram irányába mutató komponensre és az erre merőleges összetevőre. A feszültség és az áram közötti fázisszöget meghatározva a két összetevőt az $R_s = Z_s \cdot \cos \varphi_z$, illetve az $X_s = Z_s \cdot \sin \varphi_z$ képletekkel kapjuk. A két összetevő meghatározása után az $L_s = X_s / 2\pi f_1$ képlet alapján megkapjuk a soros reaktanciából a soros induktivitást. A villamos időállandót a $T_s = L_s / R_s$ képlet alapján számíthatjuk ki, a kapott eredményt pedig szekundumban kapjuk. Ezt az értéket 1000-el szorozva kapjuk a végleges paraméterértéket milliszekundumban.

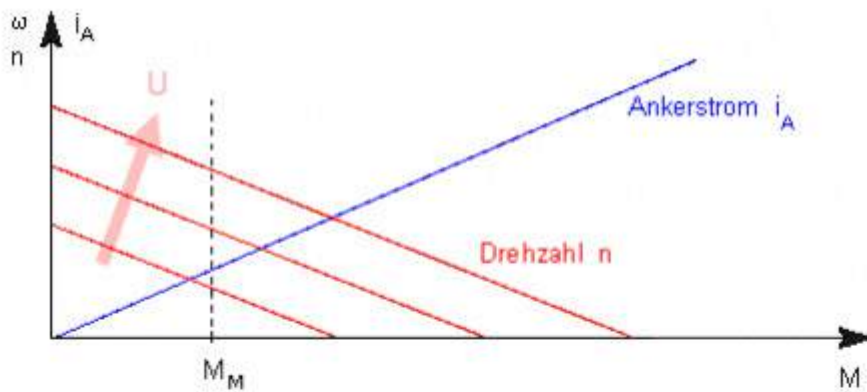


- A motor elektromágneses erejét (Electromotive Force), vagyis a belső indukált feszültségét a motor kapocsfeszültségéből tudjuk meghatározni, mégpedig oly módon, hogy az egy fázisra vonatkoztatott kapocsfeszültségből levonjuk az állórésztekercselés egy fázisra vonatkoztatott soros impedanciáján eső veszteségeket.

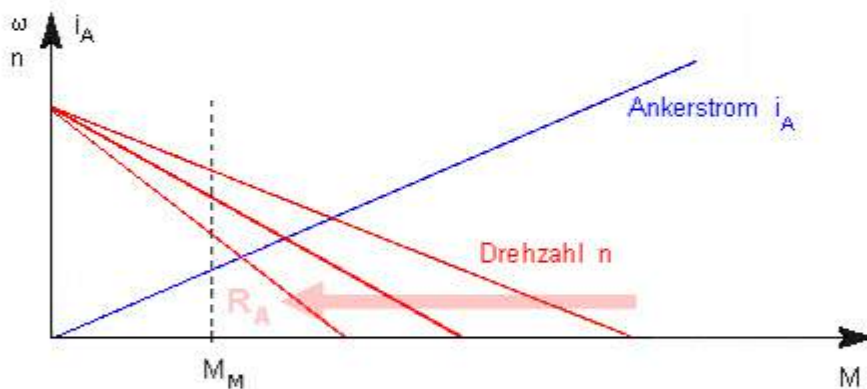


-

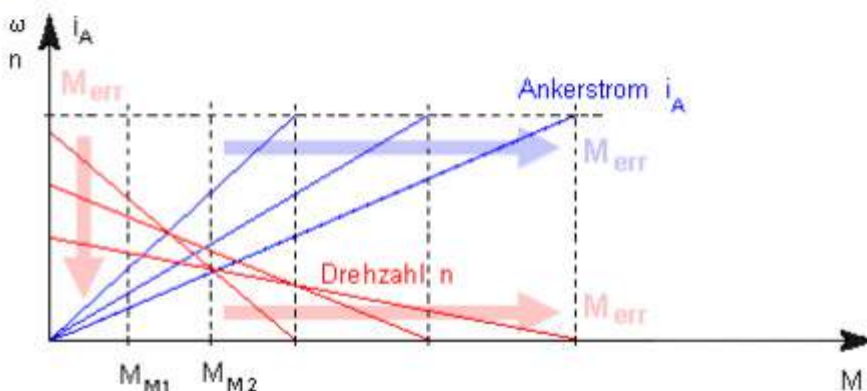
Ahogy a fenti ábra mutatja a motor mezőgyengítéses üzemállapotban erősen veszít a terhelhetőségéből. Gyakorlatilag a motor a névleges nyomatékát csak a névleges fordulatszámig tudja leadni. Ha mezőgyengített üzemállapotban a motor fordulatszáma lengővé válik, akkor vagy a névleges fordulatszámértéket vagy a mágnesező áram értékét kell csökkenteni.



- Előfűt-ellenállás alkalmazása



- A gerjesztés változtatása



8.6. Az áramszabályozó paramétereinek beállítása:

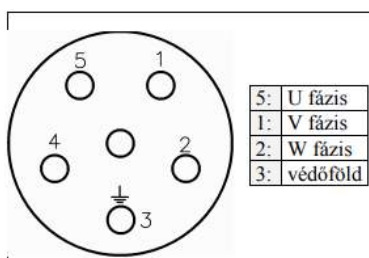
Az áramszabályozó paramétereinek közül elsőként a maximális d és q irányú áramokat kell megadni. A d tengely irányába mutató áramvektor a gerjesztést biztosítja az aszinkronmotor részére, míg az erre merőleges q irányú áram a motor terhelésénél a leadott nyomatékkal arányos. A paraméterek az áramszabályozó bemenetén fogadható maximális áramalapjellel értékeket határozza meg. A q irányú maximális áramalapjellel értéket gyakorlatban az $I_{s1qmax}=(1,4...1,8)*I_n$ képletből határozhatjuk meg, míg a d irányú összetevőt az $I_{s1dmax}=(0,4...0,5)*I_n$ képlet segítségével. Ezután következik a szabályozókör beállítása. Az áramszabályozó egy klasszikus PI jellegű szabályozó digitális formában megvalósítva. A P tag egy szorzószám, a szabályozókör erősítését határozza meg, míg az I tag az integrálási idő, az alapegysége a milliszekundum egy nyolcad része.

8.7. A sebességszabályozó paramétereinek beállítása:

A sebességszabályozó beállítását az alapjelmemenet maximális értékének meghatározásával kezdjük. Ennek az értéknek kisebbnek kell lennie a maximális mező fordulatszámától, értéke a $n_{max}=(1-s)*n_{0max}$ képlettel számolható, ahol n_{0max} az aszinkronmotorban kialakuló forgó mágneses mező maximális fordulatszáma. A beállítást a gyorsítás paraméterrel kell folytatni amely az alapjel fel/lefutási meredekségváltozását korlátozza. Értékét inkrementekben adjuk meg, vagyis egy ciklus alatt maximum mennyit változhat az alapjelmemenet értéke. Az offset paraméternek analóg alapjelmemenet esetében van csak jelentősége, a bemenet offsetkompenzációját végzi. Az alapjel erősítésének beállítását a vezérlővel való összehangolásra használjuk. Ilyenkor a pozíciószabályozó kör körerősítését ezzel a paraméterrel is lehet állítani.

A keletkező veszteség hő elvezetése természetes konvekcióval történik, - hűtőventilátorra nincs szükség, de opcionálisan szerelhető rájuk - ezért motorok rendkívül robusztus felépítésűek. Hűtőventilátorral történő felszerelés esetén háromfázisú aszinkronmotorral hajtott ventilátort alkalmaznak a hűtéshez, a motort hatpólusú csatlakozón keresztül lehet bekötni.

A csatlakozó bekötése a csatlakozás felől nézve:



A motor névleges feszültsége: 400-460V
50/60Hz

A motor névleges árama: 0.13A

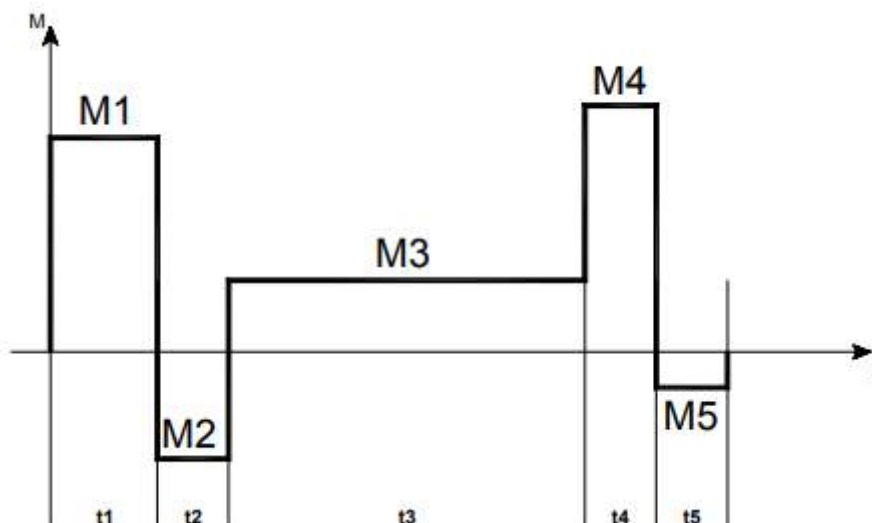
A motor bekötése után ellenőrizni kell a ventilátor forgásirányát!

8.8. A szervo motor vezérlésének működési elve

Mind az állórész gerjesztése a kerület mentén, mind a forgórész által létrehozott légrésindukció gyakorlatilag szinuszos, ezért a motor nyomatéka a póluskerék helyzetétől függetlenül igen pontosan szabályozható, ezáltal rendkívül igényes sebességszabályozás valósítható meg. A forgórészen elhelyezett állandó mágnesek anyaga ritkaföldfém (Neodímium vagy Szamárium-kobalt). Ennek köszönhetően ugyanabban a motorméretben a hagyományos szervo motorokhoz képest lényegesen nagyobb nyomaték érhető el.

Mértékadó nyomaték számítása. A motor hőterhelése szempontjából mértékadó nyomatékot úgy kell meghatározni, hogy egy teljes terhelési ciklusra ki kell számítani a nyomaték effektív értékét. A kapott eredmény akkor megfelelő, ha az nem nagyobb a motor névleges nyomatékánál feltéve, hogy a ciklusidő jóval kisebb, mint a motor termikus időállandója. A motor megengedett tartós terhelése a fordulatszámtól függ, valamint a motor hőmérséklete a terhelési állapot függvényében ingadozik.

$$M_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [M(t) \cdot E(\omega)]^2 \cdot dt} \approx \sqrt{\frac{\sum_i M_i^2 \cdot T_i}{T}}$$



Ahol:

M(t) -terhelőnyomaték időfüggvénye

E(w) -sebességtől függő módosító tényező

T -ciklusidő

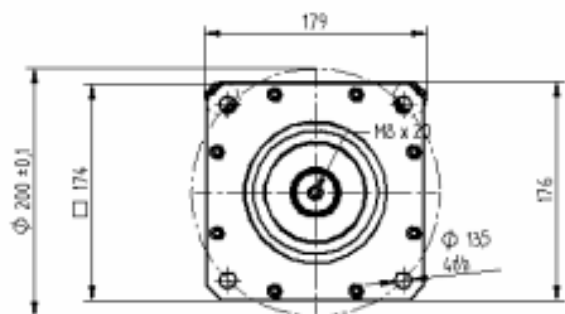
M_i -a ciklus i-edik fázisában nyomaték értéke

T_i -a ciklus i-edik fázisának időtartama

M_{rms} -nyomaték effektív értéke, mértékadó nyomaték

A motor termikusan biztosan megfelel, mivel a nyomaték effektív értéke kisebb, a névleges nyomaték értéke (**M_{rms} < M_n**.)

Statikus nyomaték, M_0	30 Nm
Statikus áram, I_0	19.5 A
Névleges teljesítmény, P_n	4190 W
Névleges nyomaték, M_n	20 Nm
Névleges áram, I_n	13 A
Névleges fordulatszám, n_n	2000 Ford./perc
Legnagyobb nyomaték, M_{max}	66 Nm
Legnagyobb áram, I_{max}	48 A
Legnagyobb fordulatszám, n_{max}	3000 Ford./perc
Feszültségtényező, K_e	93V/(1000ford./perc)
DC busz feszültsége, U_{DCbusz}	540 V
Tehetlenségi nyomaték (fék nélkül), J	147.6 Kgcm ²
Tömeg, m	43 Kg
Tömeg fékegységgel, m	46 Kg
Tekercs ellenállás (a káposokon), R	0.296 Ω
Védettség	IP55
Szigetelési osztály	F
Inkrementális jeladó/impulzus-szám	ERN1326/4096
Abszolút jeladó egy-/többfordulatú	ECN1325/EQN1337



8.9. A jeladó

A szinkronmotoros szervo hajtások áramszabályozójának a forgórész helyzetéről, a szinkron szervo hajtások fordulatszám-szabályozójának pedig a motor pillanatnyi fordulatszámáról a motor tengelyvégre felerősített jeladó ad információt.

A jeladó önmagában nem vízálló kialakítású, ezért a motor burkolatai úgy vannak kialakítva, hogy a jeladó közelébe ne kerüljön nedvesség.

A jeladó a következő jeleket szolgáltatja:

Inkrementális jelek és negáltjaik (A,A,B,B)

Referencia jel és negáltja (C, C)

Kommutáló jelek és negáltjaik (I,II,III,I,II,III)

Igényelt tápfeszültség: 5V

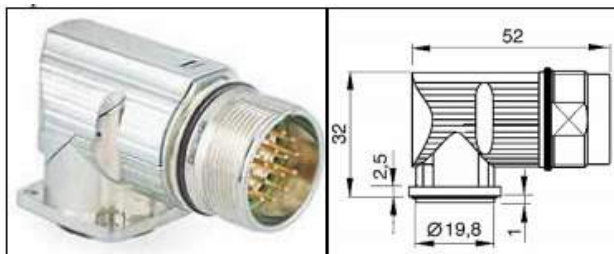
A kimeneti jelszint: TTL

A jeladó impulzusszáma: 4096

Alkalmazandó kábel:

(HEIDENHAIN) árnyékolt kábel PUR [4(2x0.14mm²)+ 4(2x0.14mm²)+ (4x0.5mm²)]

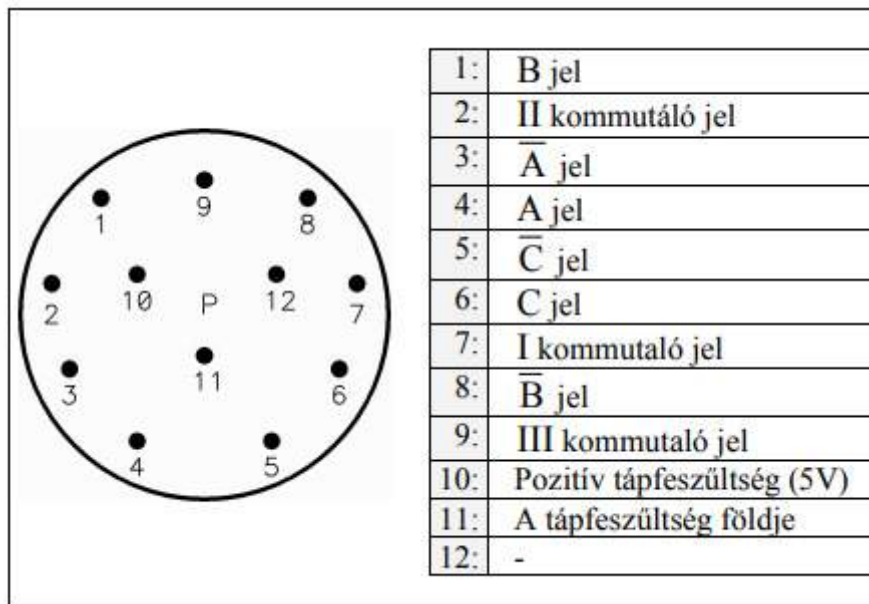
A kábel maximális hossza: 100m



Ellendarab típusa: ASTA021FS13

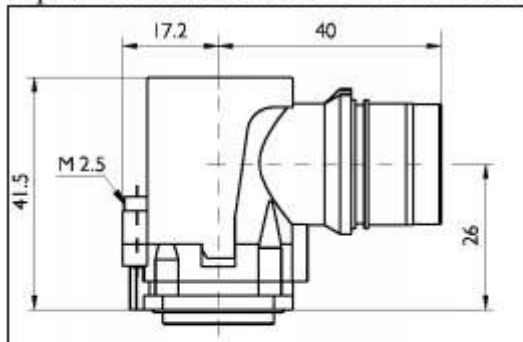


A csatlakozó kiosztása az inkrementális jeladóhoz a csatlakozás felől nézve, ahol a kommutáló jelek negáltjai nincsenek a csatlakozóba kivezetve:

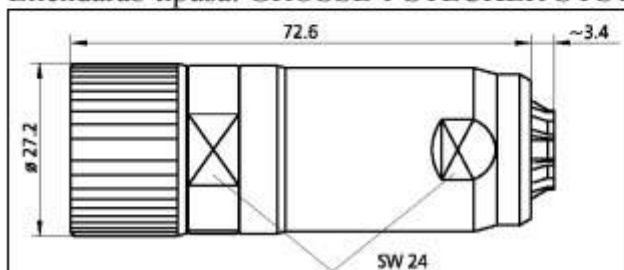


Gyártó: HYPERTAC

Típus: GRÖSSE 1 EINBAUDOSE ABGEWINKELT



Ellendarab típusa: GRÖSSE 1 STECKER SYSTEM 2000



8.10. A jeladó paraméterek beállítása:

A jeladó paraméterei közül jelenleg csak a jeladó felbontást használjuk. A paraméterben a digitális impulzus jeladó egy körülfordulására leadott impulzusainak a számát kell megadni.

A szervo motorokhoz fékegységként a Kendrion High Torque kerül felhasználásra. A fékegység az egyenfeszültség rákapcsolásakor old ki. A fékben a fékezéshez szükséges súrlódási erőt állandó mágnessel állítják elő. A fékezőerőt úgy lehet megszüntetni, hogy az állandó mágnes mezejét egy elektromágnissal hatástalanítjuk.

A próbahajlító keret fejlesztése során elsődleges szempont közé tartozott, hogy az olyan- gépkezelő számára fokozott figyelmet igénylő – megmunkálások, mint a kísérleti zsalukészítés során felmerülő élhajlítások a munkabiztonságnak a lehető legnagyobb mértékben feleljen meg. Ezért a szervo motorokhoz tartozó alkalmazott fékek úgynevezett rúgóerő tárolós fékek, ez azt jelenti, hogy feszültségmentes állapotban a fék tart, majd feszültséget rákapcsolva a fék kiold. Ez jelentős biztonságot jelent, hisz vészhelyzetben, ha a rendszerről lekapcsoljuk a betápláló feszültséget, a motor mechanikusan lefékeződik.

Névleges nyomaték: 8Nm

Működtető feszültség: 24V

A működtető tekercs teljesítmény felvétele: 25W

8.11. A jeladó felszerelése:

Mielőtt a jeladót felszerelnénk a motorra, meg kell állapítani a tekercsek fázisrendjét, mégpedig a következő módon: Kinevezzük az egyik tekercsvégződést „U” fázisnak, erre csatlakoztatjuk a tápegység negatív pólusát (kb. 5 V-os feszültséget beállítva rajta), a pozitív pólust pedig felváltva a másik két tekercsvégződéshez érintjük, figyelve, hogy a tengely mikor milyen irányba mozdul el. A motort szemből nézzük; amelyik tekercsvégződéshez érintve a tengely az óramutató járásával ellenkezőleg fordul el az a „V” fázis, amelyikhez érintve az óramutató járásával megegyező irányba, az lesz a „W” fázis.

Ezután a motor tengelyét egyenletesen forgatva az óramutató járásával megegyező irányban, pozitív irányban forgatjuk: a hajtás által mért pozícióértékeknek pozitív irányban kell változniuk

A fázisok meghatározása után beállítjuk a hajtás paraméterek között a P-0-0086 Motor pole pair nevű paramétert a motor adattáblájának

megfelelően. Az oszcilloszkóp GND-jét a W fázisra kell kötni, a mérendő jel pedig a V fázis lesz.

8.12. A kísérleti próbahajlító-gép hajtásrendszerének felépítése:

A kísérleti próbahajlító-gép hajtásrendszerének szervoerősítői nem tartalmaznak egyenirányító egységet, hanem minden egyes szervoerősítőnek ugyanaz a különálló tápegység modul szolgáltatja az energiát. A tápegység és a szervoerősítő modulokat az egyenirányított áramot szállító DC sín köti össze. A modulok mélysége azonos és minden villamos csatlakozó az előlapon helyezkedik el, így egy sorba szerelhetők és esztétikus, jól áttekinthető, könnyen kábelezhető rendszer állítható elő. A modulok sorrendje tetszőleges, akár több sorba is rendezhetők.

A kísérleti próbahajlító-gép hajtásrendszerének tervezésekor szempontként szolgált, hogy a közvetlen hálózati táplálás és moduláris felépítés egyszerűvé tegye a villamos tervezést, a hálózati betáplálás kialakítását, valamint az esetleges későbbi bővítést vagy a modulok cseréjét.

8.13. A tápegység:

A tervezett tápegységek legfontosabb feladata a szervoerősítők energiával való ellátása. A szervoerősítők a bemenetükön egyenfeszültséget igényelnek, ami a terhelés függvényében csak kis mértékben változhat. A tervezett tápegységek DC sín kimenetén közvetlenül a háromfázisú hálózat egyenirányított feszültsége jelenik meg, a hullámos egyenirányított feszültséget a DC sínen található kondenzátorok szinte teljesen kisimítják. A DC sín feszültségének értékét alapvetően a hálózat vonali feszültsége és a hálózati fojtón eső feszültség határozza meg. A hálózati fojtó feladata a hálózathoz felvett áram felharmonikus tartalmának csökkentése. A kísérleti próbahajlító-gép tápegységeiben található egy lágyindító (soft start) rendszer, ami a DC sín feszültségének függvényében kapcsol be illetve ki. A be- illetve kikapcsolás feszültsége különbözik. Ha a sínfeszültség értéke kisebb, mint a névleges érték fele, a lágyindítás bekapcsol, ha a sínfeszültség értéke a névleges érték 80%-a fölé emelkedik, a lágyindítás kikapcsol. Lágyindítás nélkül a bekapcsolás pillanatában a tápegység előtt lévő túláramvédelem azonnal leoldana. A hajtásrendszerben van olyan üzemállapot (féküzem), amikor a teljesítmény a motortól a fő tápegységig áramlik. A tápegységek ezt a teljesítményt fékellenállásokon hővé alakítják.

A tápegység adatai:

Bemeneti feszültség	3 x 400 V _{ac}
Bemeneti áramerősség	3x20 A _{eff}
Kimeneti feszültség	540 V _{dc}
Terhelhetőség	24 A _{dc}
Belső fékező ellenállás	150 Ω
Legkisebb külső fékező ellenállás	47 Ω
Külső ellenállás teljesítménye	600 W
Legnagyobb környezeti hőmérséklet	45 °C
Védettség	IP00
Hőtermelés	100W

8.13.1. A tápegységek üzembe helyezése:

A tápegységek beépítése:

Alapvetően négy szempontot kell figyelembe venni a tápegységek beépítésénél:

- Balesetvédelem
- Ártalmas közeg elleni védekezés
- Túlmelegedés elkerülése
- Mechanikai rögzítés

8.13.1.1. Balesetvédelem:

A tápegységeken található szabadon megérinthető, feszültség alatt lévő pontok. Emiatt olyan beépítési helyet kell választani, ahol normál körülmények között a tápegységeket nem lehet megközelíteni. Ebből kifolyólag a villamos kapcsolószekrénybe történő beépítésre kerül sor. A tápegységek önmagukban IP00-ás védettségűek, és csak a DC sínek fölé helyezhető védőburkolat felszerelésével tehetők IP20-as védettségűvé.

8.13.1.2. Ártalmas közeg elleni védekezés:

A tápegységek - hasonlóan más elektronikus készülékekhez- érzékenyek a különféle szennyező anyagokra, illetve a nedvességre. Természetesen, el kell kerülni a víz, illetve különféle szilárd és folyékony anyagok bejutását a tápegységekbe. Hasonlóképpen meg kell akadályozni, hogy szennyezett (hűtőfolyadék-, olajpermet, grafit-, alumíniumpor, stb.) vagy nedves levegő jusson a készülék belsejébe. A megfelelően tiszta közeg

biztosításakor nem szabad elfeledkezni a keletkezett hőről, aminek egy részét a hajtást körülvevő levegőnek kell elszállítani.

8.13.1.3. Túlmelegedés elkerülése:

A tápegységek működés közben hőt termelnek, ami saját magukat, illetve a környezetüket melegíti. Ha a keletkezett hő nem tud az eszköztől kellő intenzitással eltávozni, az eszköz túlhevül. A beszerelés egyik legfontosabb szempontja, hogy ezt az esetet elkerüljük

A tápegység hűtőlemeze a készülék jobb oldalán található. A beszereléskor biztosítani kell a természetes hőáramlás feltételeit:

- a készüléket csak függőleges helyzetben szabad beépíteni
- alul és fölül megfelelő helyet kell biztosítani a hőáramlásnak
- a készülék jobb oldala és a következő berendezés között legalább 19 mm-t kell hagyni. (A készülék földelő csavarja azért található a jobb oldalon, hogy véletlenül se lehessen közvetlenül mellé egy másik berendezést elhelyezni.)

A tápegységek által termelt hőtől meg kell védeni más berendezéseket is. Nem ajánlatos hőre érzékeny elektronikus berendezést a tápegységek fölé építeni (pl. NC-vezérlőt, másik hajtást, stb.). Nagyon fontos a szekrényen található ventilátorok szűrőjét előírt időszakonként tisztítani, illetve cserélni.

8.14. Villamos csatlakoztatás:

Hálózati csatlakozó Gyártó: PHOENIX CONTACT

Típus: PC 6/4-G-10.16

Ellendarab típusa: PC 6/4-ST-10.16

Az ellendarabba legfeljebb 10 mm² -es vezeték köthető be. A hálózati kábel fázisvezetőinek keresztmetszetét a tápegység árama alapján a MSZ EN60204-1:2001 szerint kell meghatározni, a védővezető keresztmetszete megegyezik a fázisvezetők keresztmetszetével.

8.15. Földelés:

A tápegységek házát össze kell kötni a védővezetővel, ehhez a készülék fémburkolatán található egy csatlakozási pont az általánosan elfogadott földelés szimbólummal megjelölve. Az alkalmazott védővezeték keresztmetszetének meg kell egyeznie a tápegység hálózati vezetékének keresztmetszetével.

9 A HAJLÍTÓ KERET „Y”, „X1”, „X2”, „R1”, „R2” TENGELYEINEK VEZÉRLÉSE:

9.1. Alapvető működési elv:

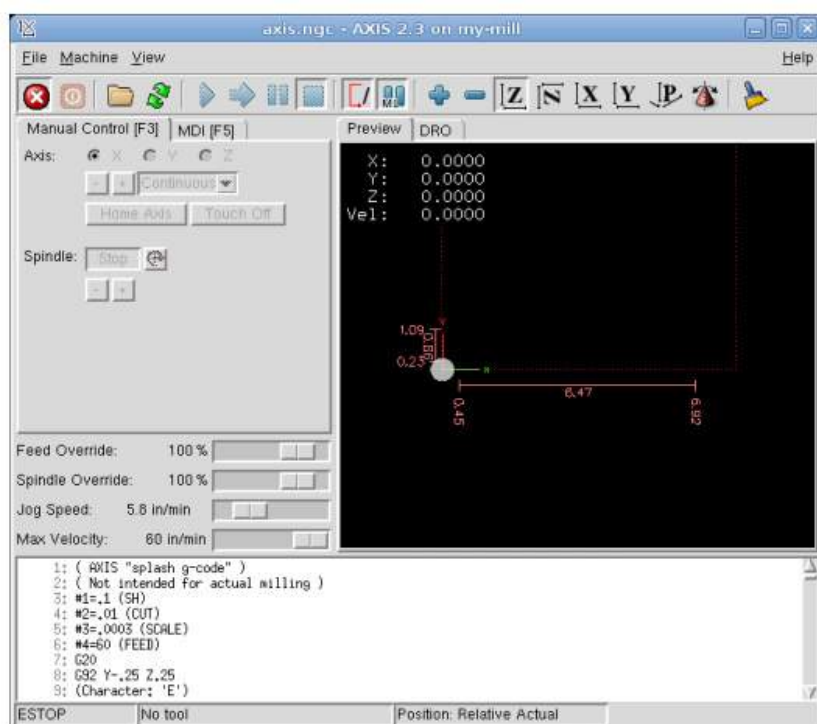
Négy fő alkotóeleme van a kísérleti próbahajlító-gép CNN szoftverének:

- mozgásvezérlő,
- diszkrét I/O vezérlő,
- feladat-végrehajtó, ami a fentieket koordinálja,
- és végül a grafikus felhasználói felületek.

Ezen felül van még egy réteg, ami feladatát tekintve a „Hardver Absztrakciós Réteg”-nek felel meg, ami lehetővé teszi a szoftver beállításainak megváltoztatását a program újrafordítása nélkül.

A gépkezelő a CNC szoftver részét képező felhasználói felületen keresztül működteti a gépet. A kísérleti próbahajlító-gép szoftverében többféle kezelői felület érhető el:

- AXIS egy OpenGL alapú grafikus felhasználói felület (GUI, Graphical User Interface), grafikus G kód előnézeti lehetőséggel.



- Xemc egy X Windows alapú program
- kétféle Tcl/Tk alapú grafikus felület TkEMC és Mini nevek alatt

Amikor a CNC szoftver fut akkor három fő parancsbeviteli üzemmód létezik.

- Kézi (Manual),
- Automata (Auto) és
- MDI (MDI, Manual Data Input).

Egyik üzemmódról a másikra váltás jelentősen befolyásolja a szoftver viselkedését. Vannak specifikus dolgok, amik kivitelezhetőek az egyik üzemmódban, de másokban nem. A gépkezelő referencia pozícióba teheti a tengelyt Kézi (Manual) üzemmódban, de nem teheti ezt meg Automata, vagy MDI üzemmódban. Úgyszintén, a gép kezelője elindíthat egy egész fájl G kódot Automata módban, de nem lehetséges ez Kézi vagy MDI módban. Kézi üzemmódban minden parancs bevitele külön történik.

Némely mozgást vezérlő parancs mindhárom módban elérhető és ugyanazt a mozgást váltják ki a gépen mindegyik módban. Ide értendőek az ABORT (Megszakítás), ESTOP (Vészállj), és FEED RATE OVERRIDE (Penge összezsugorítás felülvezérlés). Az AXIS felhasználói felület eltüntet bizonyos különbségeket az Automata és a többi üzemmód között azáltal, hogy az Automata mód parancsai legtöbbször elérhetőek. Az AXIS összemosza a határokat a Kézi és MDI módok között, ugyanis néhány Kézi üzemmód parancs, mint az Érintés MDI parancsok küldésével van megoldva.

9.2. Pályatervezés:

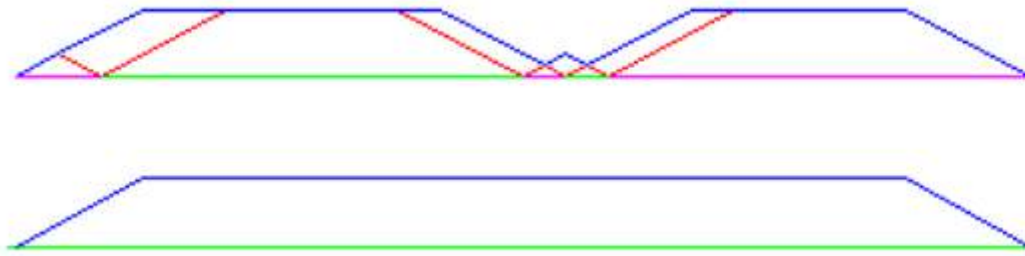
A pályatervezés általánosságban az jelenti, ahogyan az EMC követi az G kódú program által kijelölt útvonalat miközben a gép a fizikai képességeinek határain belül működik. A pályavezérlés kiterjed a gyorsjáratú mozgásokra is.

A következő pályavezérlő parancsok állnak rendelkezésre:

- G61 (Exact Path Mode, Pontos pályakövetési mód) Elmegy a programozott pontig akkor is, ha esetleg ideiglenesen a megállásig le kell lassulnia a következő programozott pontra való irányváltáshoz.

- G61.1 (Exact Stop Mode, Pontos megállás mód) Utasítja a pályatervezőt, hogy minden szegmens végén megálljon.

A következő ábrán a kék vonal jelzi a gép aktuális sebességét. A piros vonalak mutatják a gép gyorsítási képességét, a vízszintes vonalak pedig a tervezett mozgást. A felső ábrán az látszik, hogy a pályatervező minden rövid mozgás előtt lelassítja a gépet azért, hogy a gépen beállított gyorsulási értékeken belül maradjon, így biztosítva a pontos megállást minden mozgás végeztével. Ez olyan megmunkálások során, mint a tárgyi fejlesztés részét képező zsaluk élhajlítása elsődleges szempont, mind a munkabiztonság, mind a megkövetelt nagyfokú pontosság tekintetében. Az alsó ábrán az irányeltérés érzékelő hatására a mozgások összevonásra kerültek, ezáltal a tervezettnél jobb sebességtartást lehet elérni.



9.3. Mozgások tervezése a CNC szoftverrel:

A mozgások tervezésénél meg kell bizonyosodni, hogy a mozgások „elég hosszúak” hogy megfeleljenek a gép és a megmunkálandó anyag elvárásainak.

Mind a gyorsulás mind a lassulás fázis az.ini fájlban megadott MAX_ACCELERATION (maximális gyorsulás) érték felét fogja használni. Ahhoz hogy az penge összecsukási sebesség megmaradjon a mozgásnak hosszabbnak kell lennie, mint a nulláról az elérni kívánt sebességre való gyorsulás és ismételt megálláshoz szükséges út. Ha feltesszük, hogy A az .ini fájlban beállított MAX_ACCELERATION érték fele és az F az penge összecsukás értéke az adott mértékegység (mm vagy inch) / másodpercben kifejezve, akkor a gyorsuláshoz szükséges idő: $t_a = F/A$, a gyorsuláshoz szükséges út: $d_a = \frac{1}{2} * F * t_a$. A lassuláshoz szükséges út és idő ugyanaz, mint a gyorsulás esetében, így a kritikus távolság: $d = d_a + d_d = 2 * d_a = F^2 / A$

9.4. G-kód használata a kísérleti hajlítógép CNC szoftverével:

A CNC szoftver indításakor sok G és M kód alapértelmezetten betöltésre kerül. Az AXIS felületen az aktuálisan aktív G kódokat a MDI fül „Aktív G kódok” ablakban lehet megnézni. Ezek a G és M kódok meghatározzák a program viselkedését és ezért még a program futtatása előtt fontos megérteni melyik kód mit csinál. Az alapértelmezett beállításokat meg lehet változtatni G kódú programból és az indításkori állapottól eltérően lehet hagyni a programból való kilépéskor.

A CNC szoftver indítása után, program futtatás vagy egy MDI parancs kiadása előtt fel kell venni a referenciapozíciót.

9.5. A CNC szoftver grafikus felülete:

A grafikus kezelői felület a szoftverhez, amely képes élő előnézeti és a bejárt út (backplot) rajzát megjeleníteni. A felület Python nyelvben íródott és Tk-t és OpenGL-t használ a felület grafikus megjelenítéséhez.

A grafikus felület ablak a következő elemeket tartalmazza:

- A betöltött program által elvégezendő munka rajzát megjelenítő képernyőterület (jelen esetben ez az „axis.ngc”), a kísérleti próbahajlítógép által „vezérelt pont” aktuális helyzetét. Később ez a terület azt a mozgást rajzolja ki, amit az élhajlító penge bejárt, ezt bejárt útnak (backplot) hívják.
- Menüsor és eszköztár a különböző műveletek kiválasztásához.
- Kézi vezérlés fül, amely lehetőséget ad a gép mozgatására, a főorsó ki-/bekapcsolására, a hűtőfolyadék ki-/bekapcsolására.
- MDI fül, ahol a G kódot lehet beírni soronként. Ez a fül mutatja az aktív G kódokat, azaz mely modális G kódok vannak érvényben.
- Penge összecsukás felülvezérlés, ez teszi lehetővé Önnek, hogy növelje vagy csökkentse az penge összecsukási sebességet, amivel, a CNC szoftverrel végrehajtja a kiválasztott programot. Az alapértelmezett maximum 120%, ez felülírható az .ini fájl módosításával.
- Léptetési sebesség, amelyikkel a léptetés sebességét tudja vezérelni az .ini fájlban beállított határokon belül.
- Egy szöveges képernyő terület, amelyik a betöltött G kódú programot mutatja.

9.6. Eszköztár gombok:

Balról jobbra a következő gombok vannak (billentyűkombinációik szögletes zárójelben [])

1.  Vészleállító átbillentése (Toggle Emergency Stop (E-stop)) [F1]
2.  Gép ki/bekapcsoló átbillentése (Toggle Machine Power) [F2]
3.  Fájl megnyitása (Open G Code file) [O]
4.  Aktuális fájl újbóli betöltése (Reload current file) [Ctrl-R]
5.  Aktuális fájl elindítása (Begin executing the current file) [R]
6.  Következő sor végrehajtása (Execute next line) [T]
7.  Végrehajtás szüneteltetése (Pause Execution) [P] és folytatása (Resume Execution) [S]
8.  Végrehajtás leállítása (Stop Program Execution) [ESC]
9.  „/” - blokktilés mód megváltoztatása (Toggle Skip lines with "/") [Alt-M-/]
10.  Opcionális program stop mód megváltoztatása (Toggle Optional Pause) [Alt-M-1]
11.  Közelítés (Zoom In)
12.  Távolítás (Zoom Out)
13.  Felülnézet (Top view)
14.  Elforgatott felülnézet (Rotated Top view)
15.  Előlnézet (Front view)
16.  Oldalnézet (Side view)
17.  Perspektivikus nézet (Perspective view)
18.  Megragadás és Forgatás módok közötti váltás (Toggle between Drag and Rotate Mode) [D]
19.  Az élő bejárt út rajzának törlése (Clear live backplot) [Ctrl-K]

9.7. Program kiterjedése:

Egy program minden irányú kiterjedése (extent) a tengelyeken van ábrázolva. Mindegyik tengelyvégen a legkisebb és a legnagyobb koordináta kerül kijelzésre. Amennyiben valamelyik koordináta a szoftveres végállásokon kívül esik, akkor a megfelelő kiterjedés más színnel jelenik meg és egy keretbe van foglalva.



9.8. A bejárt út:

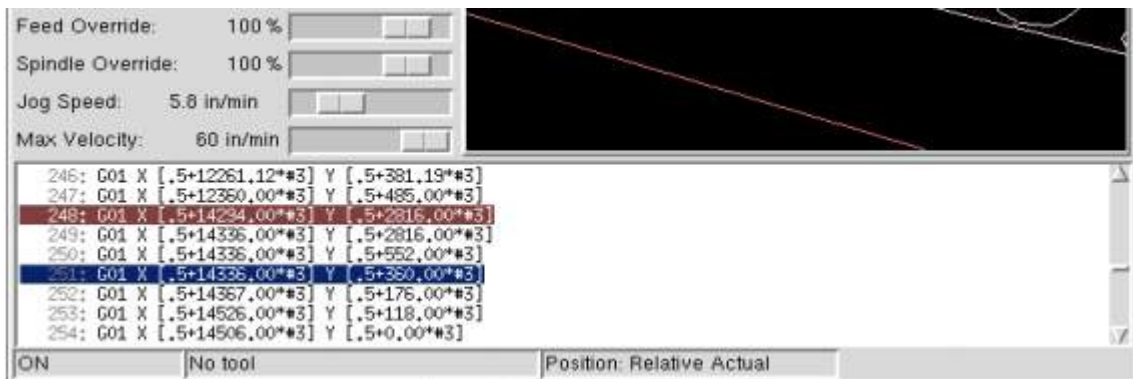
Amikor a gép mozog akkor nyomot hagy maga után, ezt hívjuk bejárt útnak. A vonal színe jelzi a mozgás típusát: sárga az ugrások, halványzöld a gyorsmenetek, piros az egyenes vonalú előtolások és bíborvörös a köríves előtolások színe.

9.9. Interaktív kezelés:

Az áttekintő rajzra való bal egérekattintással a rajzon levő vonal és a hozzá tartozó programsor is kiemelésre kerül. Bal gombos kattintás egy üres területre kikapcsolja a kiemelést. A bal egérgomb nyomva tartása mellett az egér mozgatásával lehet a rajzot eltolni. A shift és bal egérgommbal történő megragadás vagy egér kerekének nyomva tartásával történő megragadás esetén a rajzot el lehet forgatni. Ha egy vonal ki van emelve, akkor annak közepe a forgatás középpontja. Egyébként a forgatás középpontja az egész fájl rajzolata. Az egér kerekének forgatásával vagy a jobb egérgomb lenyomása közbeni mozgatással vagy a Ctrl billentyű lenyomásával és a bal egérgommbal történő mozgatással lehet a rajzot közelíteni, távolítani. A Beállított nézet gombra kattintással vagy a „V” billentyű lenyomásával lehet több előre kiválasztott nézet között váltani.

9.10. Szöveges kezelőfelület:

A program egy sorára történő bal kattintással a sor és a hozzá tartozó grafikus vonal is kékkel kerül kijelölésre. Amikor a program fut, az aktuálisat végrehajtott sor kerül kiemelésre piros színnel. Ha nincs a felhasználó által kijelölt sor, akkor a kijelzett szöveg automatikusan gördül tovább, hogy mindig az aktuális sort mutassa.



Ha a gép be van kapcsolva, de nem fut rajta program, akkor a „Kézi vezérlés” fülön levő eszközgombok használhatóak a megmunkáló központ mozgatására, vagy annak részeinek ki-be kapcsolására. Ha a gép nincs bekapcsolva vagy fut rajta a program, akkor a kézi vezérlés nem lehetséges.

A grafikus felület lehetővé teszi a gép kézi vezérlésű mozgatását. Ezt a műveletet léptetésnek (Jogging) hívják. Először a mozgatni kívánt tengelyt kell kiválasztani. Aztán rá kell kattintani és lenyomva tartani a „+” vagy „-” gombot, a kívánt haladási iránytól függően. Az első négy tengely mozgatása lehetséges billentyűzetről is: nyíl billentyűk (X és Y), PAGE UP és PAGE DOWN billentyűk (Z) valamint a “[” és “]” billentyűk (A) segítségével. Ha a "Folyamatos" opció van kiválasztva, akkor a mozgás mindaddig tart, amíg a gomb vagy a billentyű nyomva van. Ha más érték van kiválasztva, akkor a gép pontosan a megadott távolságot fogja megtenni minden egyes egér gomb vagy billentyű lenyomásra.

Alapértelmezésben a következő értékeket lehet kiválasztani:

0.1000, 0.0100, 0.0010, 0.0001

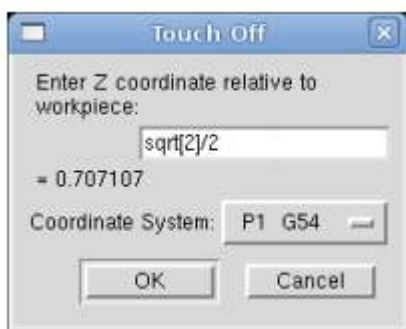
9.11. Referencia felvétel:

A kísérleti próbahajlító-gép fel van szerelve referenciakapcsolókkal és a referencia felvételi sorrend definiálva van, azaz elérhető a „Home All” (Referencia felvétel minden tengelyen) gomb. Ez a gomb vagy a Ctrl

HOME billentyű lenyomása elindítja a referencia pozíciók felvételét.. Az adott tengelyre vonatkozó „Home” gomb megnyomása szintén kikényszeríti a referenciapozíció felvételét, akkor is, ha a referencia felvétel sorrendje definiálva van.

9.12. Érintés

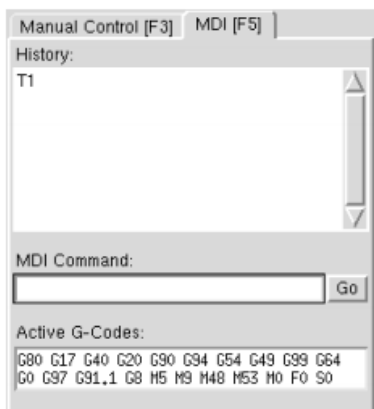
A "Touch Off" (Érintés) vagy END billentyű megnyomására az adott tengelyre értendő "G54 offset" (G45 eltolás) értéke úgy változik meg, hogy az felveszi annak pillanatnyi értékét. Az rs274ngc specifikációnak megfelelő szabályok érvényesek az itt megadható kifejezés formájára, azzal a kivétellel, hogy változókra nem lehet hivatkozni. A végeredmény egy szám formájában kerül kijelzésre.



9.13. Végállások felülírása:

Az "Override Limits"(Végállások felülírása) gomb megnyomásával a gépen ideiglenesen engedélyezett lesz a végállás kapcsolókon túli ugrás (Jog). A jelölőnégyzet csak akkor elérhető, ha a végállás kapcsolókra futott a gép.

9.14. Kézi adatbevitel:



A kézi adatbevitel (MDI) fülön lehet G kódú programot bevinni soronként. Ha a gép nincs bekapcsolva, vagy ha a program fut, akkor az MDI elemei nem elérhetőek.

Történet (History): Az adott munkamenet során az MDI ablakban kiadott parancsokat tartalmazza.

MDI parancs (MDI Command): Ebbe az ablakocskába lehet beírni a végrehajtandó G kódot, majd meg kell nyomni az Enter billentyűt vagy a „Go” (menj) gombra kell kattintani.

Aktív G kódok (Active G-Codes): A G kód értelmezőben pillanatnyilag érvényes modális G kódokat mutatja.

9.15. Léptetési sebesség:

Ezen csúszka mozgatásával lehet módosítani a léptetés sebességét. Ha például 1 inch/min-re van állítva, akkor 0.01 inch lépést 0.6 másodperc alatt tesz meg a gép. A csúszka bal szélé felé (lassú lépések) az értékek egyenlő távolságra vannak egymástól, míg a jobb szélé felé sokkal távolabbra vannak egymástól, ezáltal a legfontosabb helyzetekben is széles skálán finoman állítható a léptetési sebesség.

9.16. Maximális sebesség:

A csúszka mozgatásával lehet módosítani a maximális sebességét. Ezzel felülírhatja az adott tengely sebességét a programban szereplő értéktől függetlenül.

9.17. Vezérlő billentyűk:

A grafikus felületen majdnem az összes művelet elvégezhető billentyűzetről.

Billentyű	Végrehajtott művelet	Mód
F1	Vészleállító ki/bekapcsolása	Összes
F2	Gép ki/bekapcsolása	Összes
', 1..9, 0	Előtolás felülvezérlés 0%-100%	Változó
X, '	Első tengely aktiválása	Kézi
Y, 1	Második tengely aktiválása	Kézi
Z, 2	Harmadik tengely aktiválása	Kézi
A, 3	Negyedik tengely aktiválása	Kézi
I	Inkrementális léptetés	Kézi
C	Folyamatos léptetés	Kézi
Control-Home	Referenciák felvétele	Kézi
End	Érintés, G45 eltolás beállítása az aktív tengelyen	Kézi
Left, Right (bal/jobbs nyilak)	Első tengely kézi léptetése	Kézi
Up, Down (le/fel nyilak)	Második tengely kézi léptetése	Kézi
Pg Up, Pg Down	Harmadik tengely kézi léptetése	Kézi
[,]	Negyedik tengely kézi léptetése	Kézi
O	Fájl megnyitása	Kézi
Control-R	Fájl ismételt betöltése	Kézi
R	Fájl futtatása	Kézi
P	Program szüneteltetése	Automata
S	Program továbbindítása	Automata
ESC	Végrehajtás leállítása	Automata
Control-K	Bejárt út törlése	Automata
V	Váltogatás a nézetek között	Automata/Kézi
Shift-Left, Right	X tengely gyorsjárat	Kézi
Shift-Up, Down	Y tengely gyorsjárat	Kézi
Shift-PgUp, PgDown	Z tengely gyorsjárat	Kézi

9.18. A kísérleti programfájl betöltésének korlátjai:

Az értelmező és a program úgy lettek megírva, hogy a program méretére nézve az egyetlen korlát a merevlemez kapacitása legyen. A grafikus és szöveges felületek betöltik a programot, hogy az megjelenjen a felhasználónak, így azonban a RAM memória mérete válik korlátozó tényezővé. Mivel az előnézeti rajz a grafikus felületen alapértelmezetten kerül kirajzolásra, ennek újrarájzolása is egy gyakorlati korlát a program méretére nézve.

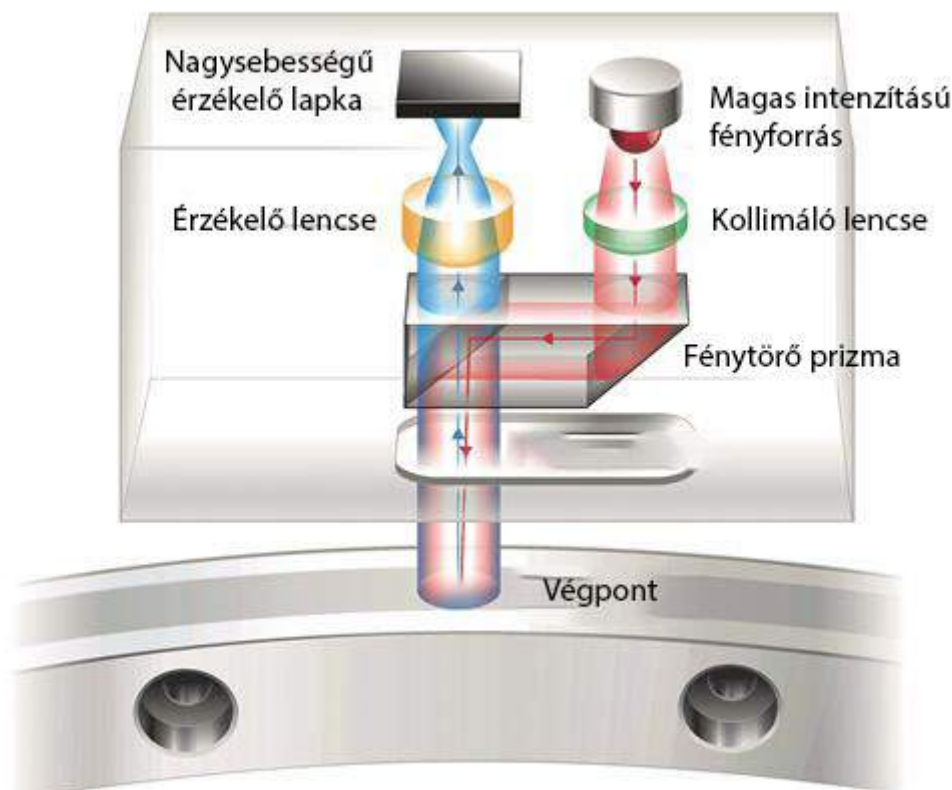
9.19. Ciklusismétlés:

A zsalukészítés élhajlításában a keretet és lamellákat alkotó élek a formai kialakításból kifolyólag ismétlődnek. Ebből kifolyólag, abból a célból, hogy pontosabb és gyorsabb gyártás legyen lehetséges a próbahajlító-gép szoftvere képes ciklusismétlésre. Az L szám használata a ciklusismétlések számát adja meg. Ahogyan a zsalu keretekenél a hajítás ismétlésére sor kerül, akkor az növekményes távolság módban történik, úgy hogy ugyanaz a mozgás sorozat kerül ismétlésre egy egyenes vonal mentén egyenlő távolságra egymástól. Az inkrementális távolság módban az XY a kiválasztott sík és L nagyobb, mint 1 akkor, az X és Y értékek hozzáadódnak az aktuális X és Y pozíció értékeihez (a ciklus első végrehajtásakor) vagy az X és Y értékek hozzáadódnak az előző ciklus végén felvett X, Y pozíciók értékeihez (a ciklus további ismétlései során). Ez azt jelenti, hogy a kísérleti zsalu kerekenél L8-at kell programozni, így a ciklus 8-szor kerül végrehajtásra. Az első ciklus X, Y távolságra lesz az kiindulási pozíciótól. Az R és Z pozíciók nem változnak a ciklus során.

10 ÜTKÖZTETŐ RENDSZER KIÉPÍTÉSE:

A készítendő lemez alkatrészek méret pontosságához és a későbbiekben a gyártás gyorsaságához nélkülözhetetlen az „X1” „X2” tengely vezérlése és az ESTUN LS Series Linear Scale RESOLUTE útmérő által adott információk alapján szervomotoros mozgásának fejlesztése.

Az ESTUN LS Series Linear Scale RESOLUTE útmérő tisztán soros formátumban végez kétirányú kommunikációt, melyhez különféle levédett és nyílt szabványoknak megfelelő iparági protokollokat használ.



K+F prototípus élhajlító ütköztető rendszerének
Estun LS Series Linear Scale optikai ábrája

A vezérlő a művelet elindításához kérést küld az olvasófejhez, ezzel utasítva azt, hogy azonnal rögzítse az abszolút helyzetet a lineáris vagy forgó skálán. A fej a nagy teljesítményű LED fényforrás felvillantásával reagál, megvilágítva a skálát. A felvillanás időtartama nem hosszabb 100 ns-nél, hogy a mozgó tengelyeken rögzített képek elmosódása minimális legyen. Időzítését az elektronika döntően néhány nanoszekundumon belüli értékre szabályozza be, hogy a kért és a jelentett pozíció közötti kapcsolat megmaradjon, ami az egyik olyan lényeges jellemző, amelynek révén az ESTUN LS Series Linear Scale útmérő ideálisan használható a nagyon

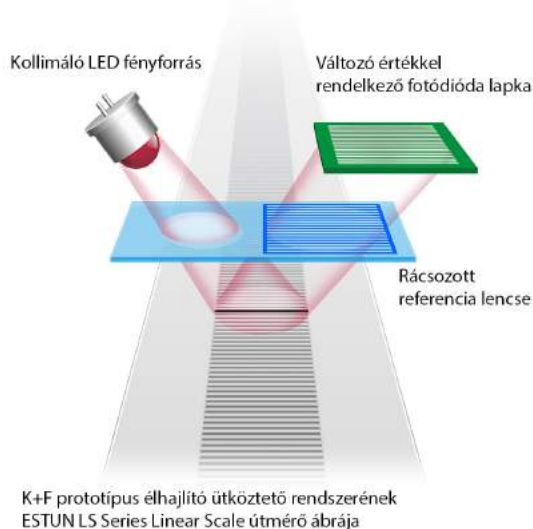
komoly műszaki jellemzőkkel bíró mozgatórendszerekhez, mint jelen K+F tárgyát képező hajlítógép ütköztető rendszeréhez.

A skála lényegében teljes szélességű, egymáshoz képes kontrasztos színű vonalak alkotta pálya, amely 30 μm -es névleges osztáson alapul. Annak köszönhetően, hogy nincsen több párhuzamos pálya, a rendszer nem érzékeny a merőleges tengelyhez képesti szögeltérésekre, és sokkal nagyobb oldalirányú tűrés lehet a fej helyzetében.

A skálát a rendszer a torzulást minimalizáló aszferikus lencsén át képezi le egy egyedi detektorsorra, amely kifejezetten az ESTUN LS Series Linear Scale RESOLUTE útmérőhöz készült. A megtört megvilágítási útvonallal, de közvetlen képalkotással jellemezhető optikai kialakítás rendkívül kompakt, mégis stabil, így biztosítja a kiváló méréstechnikai jellemzőkhöz elengedhetetlen képminőséget.

Miután a detektor rögzítette, a kép egy analóg-digitális átalakítón (ADC) keresztül átvitelre kerül egy nagy teljesítményű digitális jelfeldolgozóhoz (DSP). Ezt követően speciálisan kifejlesztett algoritmusok állapítanak meg egy valós abszolút, de viszonylag elnagyolt pozíciót a skálába ágyazott kódból. A folyamat ellenőrzésre kerül, a DSP további algoritmusai pedig korrekciókat végeznek el, kiaknázva a skálakódban lévő redundanciát és szándékos korlátozásokat. Eközben más rutinok egy nagyon nagy felbontású finom pozíciót számítanak ki, amely ezután az elnagyoltan megállapított helyzettel kombinálva valóban abszolút és nagyon nagy felbontású helyzetinformációt biztosít.

A végső hibaellenőrzések után az információ a megfelelő protokollban tiszta soros programszóként kerül feltöltésre a vezérlőre, ami 1 nm-en belüli helyzetet jelöl. Az elektromos zaj okozta zavarok elleni védelmet a ciklikus redundancia-ellenőrzés (CRC) hozzáadása biztosítja. A teljes folyamat nem tart tovább néhány mikroszekundumnál, és másodpercenként akár 25 000-szer is megismételhető. Különböző technikákkal – ideértve a fényvillanás időtartamának a tengely sebességéhez történő hozzáigazítását is – ez a teljesítmény akár 100 m/s-es sebességnél is elérhető, miközben – és igazán ez a lényeg – kisebb működési sebesség mellett pedig rendkívül alacsony helyzeti remegés tartható fenn.



A névlegesen négyszöghullámú skálamintázat szintén szűrésre kerül, hogy a detektor kizárólag szinuszos jellegű átmenetet érzékeljen. Itt egy összetett optikai rekesz kerül alkalmazásra, amely elegendően finom ahhoz, hogy fénysugarakat hozhasson létre négy szimmetrikusan eltolts jel formájában. Ezek ötvözése révén a DC komponensek eltávolíthatók, és nagy spektrális tisztaságú és alacsony eltolású

szinusz és koszinusz kimeneti jelek generálhatók, akár tartósan 500 kHz feletti sávszélesség mellett.

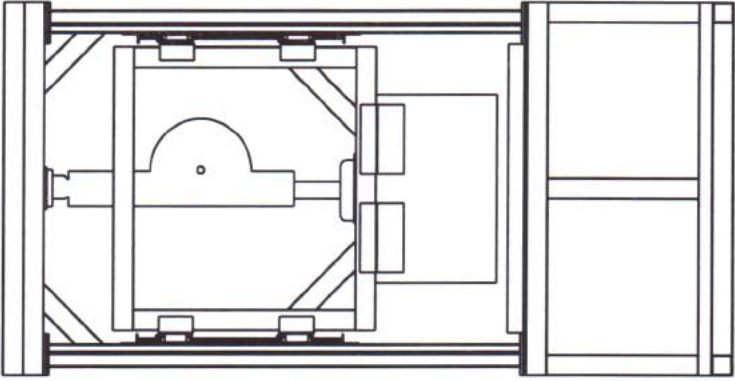
A teljesen integrált, korszerű, dinamikus jelkondicionálás az automatikus erősítés-, automatikus kiegyenlítés- és automatikus eltolásszabályozással rendkívül alacsony (jellemzően $<\pm 80$ nm kisméretű forgó rendszereknél, $<\pm 150$ nm nagyméretű forgó rendszereknél, illetve $<\pm 80$ nm lineáris rendszereknél) osztás alatti hibát (SDE) biztosít.

A szűrőoptika ezen generációja a gondosan tervezett elektronikával ötvözve nagy sávszélességű inkrementális jeleket biztosít, amelyekkel 8800 ford./perc legnagyobb fordulatszám (forgó rendszereknél), ill. 24 m/s legnagyobb sebesség (lineáris rendszereknél) érhető el, miközben a helyzeti remegés (zaj) értéke a kategória útmérői között a legalacsonyabb. Az interpoláció az olvasófejben történik, amelyet a finom felbontású változatok kiegészítő zajcsökkentő elektronikával fokoznak tovább, egészen akár 2,73 nm-re csökkentve az RMS remegés mértékét.

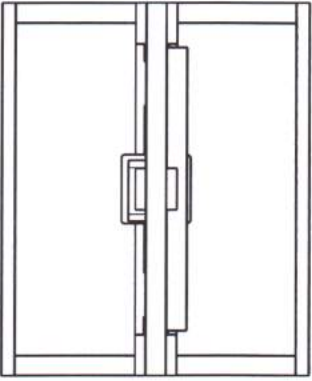
Az ESTUN LS Series Linear Scale RESOLUTE $\pm 0,5^\circ$ -os merőleges tengelyhez és vízszintes síkhoz képesti szögeltérést és hossztengely mentén történő elforgást, valamint igencsak figyelemre méltó, ± 150 μm -es magassági eltérést tesz lehetővé. Mindeközben a nagy területet lefedő optika és a fejlett hibakorrekciós eljárások kitűnő védeltséget nyújtanak az optikai szennyeződések – mind a szemcsék, mind a zsírfoltok – ellen. Mindezt úgy, hogy a rendszer mindvégig 1 nm-es felbontást biztosít 100 m/s mellett. Ez a próbahajlító tekintetében egy bőséges telepítési tűréssel rendelkező útmérőt biztosít, ami lehetőséget ad a készítendő lemez alkatrészek nagyfokú méret pontosságához és a későbbiekben a gyártás gyorsaságához.

11 FÜGGELÉK

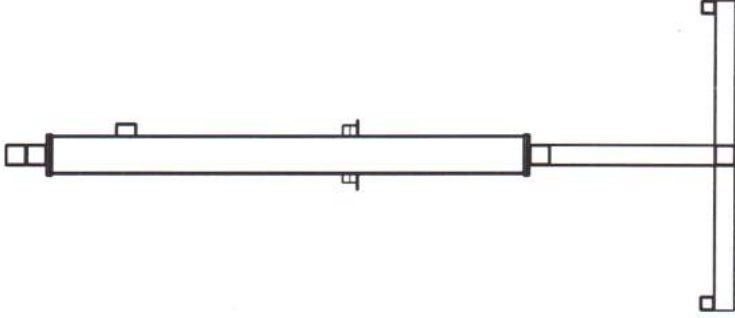
1	2	3	4	5	6
RevNo	Revision note		Date	Signature	Checked



Top View



Side View



Isometric View

A
B
C
D

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Drawn by	Checked by	Approved by - date	Date
		File name	Scale 1:1

A
B
C
D

Próbahajlító keret		Edition	Sheet
		1 / 1	1 / 1

[illegible]

[illegible]

1	2	3	4	5	6
RevNo		Revision note		Date	Signature
Checked					

126

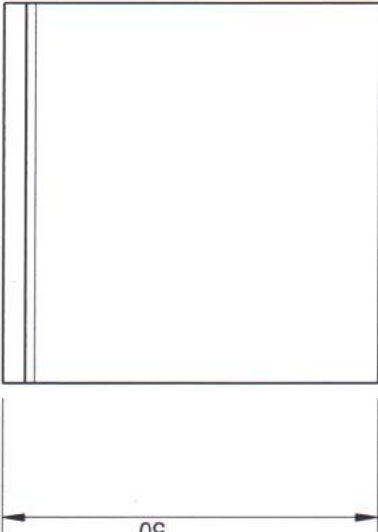
200

29,2

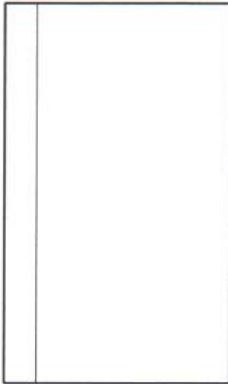
Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc		Article No./Reference	
Drawn by		Checked by	Approved by - date	File name	Date
				Scale	1:1

Szintező tartó		Edition	Sheet
		1 / 1	1 / 1

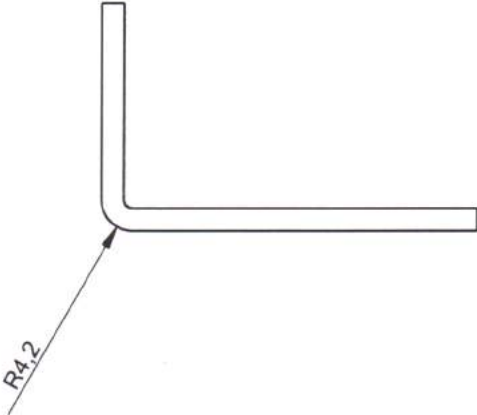
1	2	3	4	5	6
RevNo	Revision note		Date	Signature	Checked



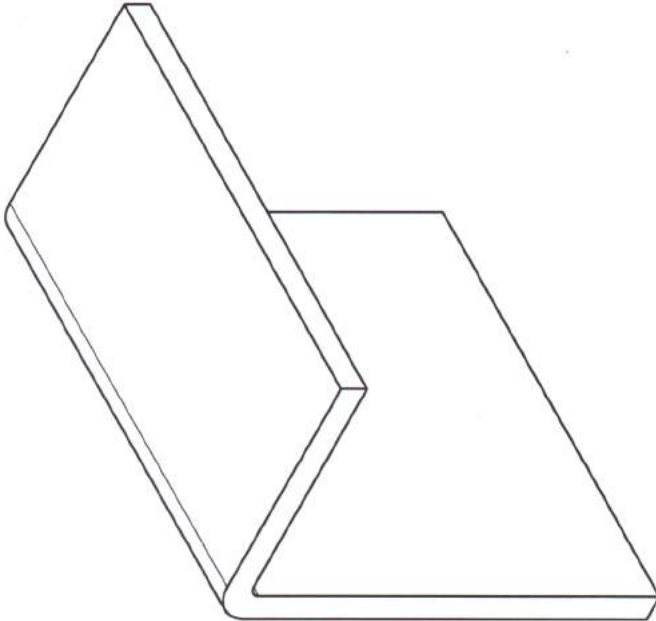
50



50



R4,2



Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Drawn by		Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale
						1:1

Sin tūlītās gātlā konzol

Edition Sheet

1 / 1

[illegible]

1	2	3	4	5	6
RevNo	Revision note		Date	Signature	Checked

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Drawn by		Checked by	Date
		Approved by - date	File name
		Scale	1:1

Csigás áttételi erőfokozó -
csökkentett holtjáték
max.: 0'05" szögperc

1	2	3	4	5	6
Edition		Sheet		1 / 1	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Drawn by		Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale 1:1
Prizma tartó talp						Edition
						Sheet 1 / 1

1	2	3	4	5	6
RevNo		Revision note		Date	Signature
Checked					

A

B

C

D

A

B

C

D

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc		Article No./Reference	
Drawn by		Checked by	Approved by - date	File name	Date
					Scale 1:1
		Penge iartó keret merekítő diagonál			
		Edition		Sheet 1 / 1	

1	2	3	4	5	6

1	2	3	4	5	6
RevNo		Revision note		Date	Signature
Checked					

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc		Article No./Reference	
Drawn by	Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale
					1:1
Váz merevítő diagonál					
Szögtűrés: 0.1fok					
Edition				Sheet	
1 / 1				1 / 1	

1	2	3	4	5	6
RevNo		Revision note		Date	Signature
Checked					

A
B
C
D

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc		Article No./Reference	
Drawn by		Checked by	Approved by - date	File name	Date
				Scale	1:1

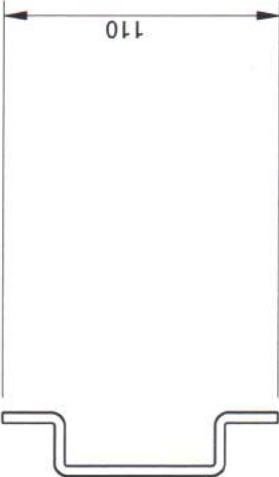
A
B
C
D

Oltalás váz C-profil		Edition	Sheet
		1 / 1	1 / 1

1
2
3
4
5
6

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference		
Drawn by	Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale 1:1
		Oltalsóváz C-profil			
3	4	5	6		
			Edition	Sheet 1 / 1	

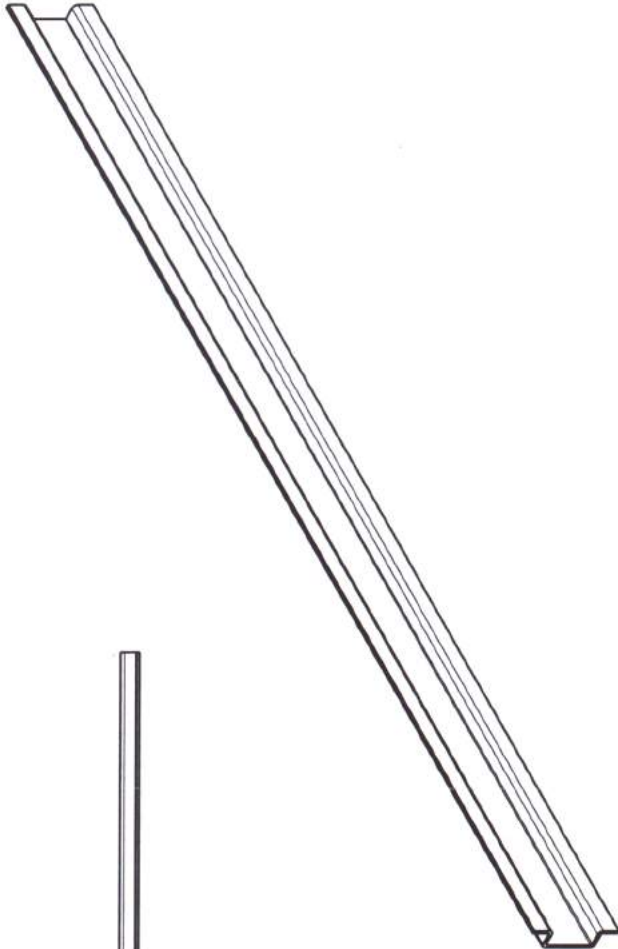
1	2	3	4	5	6
RevNo		Revision note		Date	Signature
Checked					



110







Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc			Article No./Reference	
Drawn by		Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale
						1:1

Órdaíró Váz

Kalap profil

Edition

Sheet

1

2

3

4

5

6

[illegible]

1	2	3	4	5	6
RevNo		Revision note		Date	Signature
Checked					

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc		Article No./Reference	
Drawn by	Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale
					1:1

Felső tartó gerenda			Edition	Sheet
				1 / 1