Kolozsvár, 1997, március 21-23

"CSIPESZ" ALAKÚ MEGFOGÓK PROBLEMATIKÁJA KIS MÉRETŰ HENGERES ALKATRÉSZEK ESETÉN

Valenta László, Szűcs László

1. Bevezetés

A mikrotechnikában alkalmazott alkatrészek igen változatosak az alak szempontjából. Az egyszerű hengeres alakzatoktól kezdve a hasáb alakon át a lapos lemezszerű alkatrészeken keresztül a mikroelektronikában használt nyomtatott áramkörökig bezárólag szinte minden változatban előfordulnak. Az alkatrészek mérete igen kicsiny, s mivel az alakjuk igen változatos, az összeszerelés automatizálása nehéz. Három lehetséges út van. Az egyik az alkatrészek alakjának tipizálódása - úgy mint a felületszerelés technológiában történt [1]-, a második a különféle alkatrészekhez más-más megfogók alkalmazása, ami nem engedhető meg a magas költségterhek miatt és a harmadik út a "rugalmas" megfogók használata. Miért fontos ez a kérdés. A finommechanikai iparban a produktív órák 60%-át fordítják szerelésre. Ez több mint az alkatrészek legyártására együttesen fordított idő. A szerelési idő csökkentése az alkatrész vagy késztermék árának lefaragását teszi lehetővé.

Egy speciális alkatrészt kiragadva vizsgáljuk meg az alkatrész - alak viszonyt a megfogás szempontjából. Ez az alkatrész a mikromotor tengelye, melynek átmérője 1 mm, és hossza 10 mm. Legyen a feladat az, hogy a csipesszel megfogjuk a tengelyt, majd pedig egy függőlegesen elhelyezkedő furatba helyezzük. Először azt vizsgáljuk, hogy megfogáskor milyen erőhatások érik a munkadarabot, majd azt, mekkora erő szükséges a furatbahelyezéshez, és legvégül figyelembe vesszük a pofa alakjának kérdését.

2. Megfogás vizsgálata

A megfogáskor fellépő erőhatások elemzésekor több esetet vizsgálunk meg abból a szempontból, hogy milyen a megfogó és az alkatrész helyzete.

2.1. Ez az eset a számunkra legkedvezőbb, s ezzel együtt a legritkábban előforduló is. Itt a hengeres tárgyat a csipesszel úgy fogjuk meg, hogy az összeszorítóerő (N) merőleges legyen az érintkező felületekre. Az összeszorítópofák párhuzamosak, s az alkatrész tengelye és a megfogók tengelye

merőleges egymásra (1. ábra.). A csipesz és az alkatrész vonal mentén érintkeznek, azonban a számítások során nyugodtan vehetjük koncentrált erőnek is a fellépő erőket, mivel feltételezzük, hogy egyenletesen oszlik meg a terhelés a vonal mentén, s így élhetünk ezzel az egyszerűsítéssel. Alapvető feltétele a sikeres megfogásnak az, érintkezés mentén létrejövő surlódási erő nagyobb legyen, mint az alkatrész tömegéből adódó súlyerő.

$$F_s < G \text{ ahol } F_s = 2\mu N \text{ és } G = \frac{D^2\pi}{4} g\rho l \quad (2.1.)$$

Rendezve az egyenletet, kiderül, hogy annál nagyobb összeszorító erő szükséges, minél nagyobb az átmérő, a hossz, a sűrűség és minél kisebb a surlódási együttható.

2.2. Ebben a pontban vizsgáljuk meg azt az esetet, amikor a megfogópofák nem párhuzamosak egymással, hanem bizonyos szöget zárnak be. A többi feltétel megegyezik az előző esetével, azaz a munkadarab függőleges helyzetben van, s a megfogópofák tengelye merőleges a munkadarab tengelyére.

Fő kérdés itt az, hogy mekkora lehet az α szög, hogy a munkadarab helyzete stabil legyen a megfogópofák között, azaz ne "repüljön" ki a szorításból. Az erőkomponensek felírása után, az egyenleteket rendezve kiderül, hogy az α szög maximális értéke csak a surlódási tényező értékétől függ. Acél - acél párosítás esetén a maximális érték 8 fok. Ez kritikus lehet, éppen ezért a pofákat mindig valamilyen határozott geometriával készítik el. (bővebben 4. fejezet)

2.3. Vizsgáljuk most meg azt az esetet, amikor a munkadarab szintén függőleges helyzetben van, a megfogópofák párhuzamosak egymással, azonban a tengelyük nem merőleges a munkadarab tengelyére. Ilyenkor a súlyerő és a két surlódóerő egy függőleges síkban helyezkedik el, így nyomaték nem keletkezik, ami kifordítaná a függőleges helyzetéből a munkadarabot, tehát azt lehet mondani, hogy ez az eset nem különbözik a 2.1. pontban elemzett megfogástól.

2.4. Térjünk át arra az esetre, amikor a munkadarab nem függőleges helyzetben van, ill. a megfogópofák és a munkadarab között β szögeltérés van (2. ábra). Ebben az esetben, ha nem elég nagy az összeszorító erő, akkor a munkadarab bebillenhet függőleges helyzetbe, azaz a megfogás nem lesz

stabil. Határozzuk meg a kritikus szög nagyságát. A G súlyerő a k karon fejt ki nyomatékot a két érintkezési "pontot" összekötő egyenesre. Ezzel a nyomatékkal kell egyensúlyt tartania az érintkezésnél fellépő surlódási nyomatéknak. A vonalmenti érintkezés miatt az összeszorítóerőt, és a surlódóerőt is ábrázoljuk az érintkezési egyenes mentén. [2] Ezzel a végképlet β -ra rendezve

$$\beta < \frac{\arcsin\left(\frac{b}{2l_1}\right)}{2} \quad \text{ahol} \quad l_1 = \frac{k}{\sin \beta} \quad (2.2)$$

Ha a 2.1-es pontban meghatározott minimálisan szükséges N értékeket behelyettesítjük, megkaphatjuk a fenti kifejezés értékeit. A függvény minimumértéke 8-10 fokra esik.

3. A furatbahelyezés vizsgálata

Ebben a részben azt vizsgáljuk meg, hogy mekkora erő szükséges ahhoz, hogy a munkadarab a furatba helyezés során ne akadjon meg, ill. mekkora legyen a szorítóerő, hogy a furatba helyezés során a megfogó ne forduljon el a munkadarabon.

3.1. Ha a tengelyt a furatban előtoló P erő tengelyirányú, akkor a surlódó megakadás természetesen nem jön létre. A valóságban azonban ez az eset nem fordul elő

3.2. A következő lehetőség az, amikor a P erő a tengellyel párhuzamosan, de tőle r távolságban támad. (3. ábra) Ekkor a P erő olyan forgatónyomatékot létesít, amelynek hatására a munkadarab ferdén fekszik fel a játéktól függően. Ennek következtében a D1 és a D2 reakcióerők az l hosszúságú vezetőfelület végein a 3. Ábrán jelzett irányban támadnak.

$$\mu(D_1 + D_2) = \mu 2P \frac{r}{l} \quad (3.1)$$

Ez a surlódóerő a P erő ellenében hat, és ha nem kisebb nála, a tengely megakad. A működés feltételét figyelembe véve kiderül, hogy az akadást csak a surlódástól és a geometriei méretektől függ.

3. ábra

4. ábra

A P erő nagysága abból a szempontból nem közömbös, hogy ha túl nagy ez az erő, akkor előfordulhat, hogy a megfogópofa elfordul a munkadarabon. Az elfordulás megakadályozásához az érintkezésnél kialakuló surlódási nyomatéknak nagyobbnek kell lenni a P erő által kifejtett nyomatéknál.

$$P < \mu N \frac{b}{2} \quad (3.2.)$$

3.3. Ha a P erő α szöget zár be a tengellyel, akkor a P erőt fel kell bontani tengelyirányú és a tengelyre merőleges összetevőkre. A megakadást a tengelyre merőleges összetevő okozza. Ha a henger d átmérője a h távolsághoz képest kicsi, feltételezhetjük, hogy a $P \cos \alpha$ hosszanti tolóerő a surlódóerők összege ellenében hat. Megakadás addig nem következik be, amíg:

$$P \cos \alpha > \frac{P \sin \alpha (2h + l)}{l} \quad (3.3.)$$

4. A pofák alakjának hatása

A pofák három alakját kell figyelembe venni egyszerűsített modellként. A félkörbevágásút 4/a ábra, a V bevágásút 4/b ábra és a plane finger vagy sík ujj 4/c ábra. [3] Gyakorlatban a kialakított forma a nem pontos pozicionálás hatására a munkadarabot pontos helyzetbe képes hozni, de mivel egy átlagos méretre készültek, ezért a pozícióból el is mozdíthatják a munkadarabot.

Szakirodalom:

Dr. Ripka Gábor : Felületi szereléstechnológia,

Imre József Tamás : Alak felület és megfogás kapcsolata / Nyári gyakorlati munka

D.T.Pham and W.B.Heginbotham : Robot grippers

Valenta László, doktorandusz,

BME Finommechanikai, Optikai Tanszék 1111 Budapest, Egri J. u. 1. III. em. 1.

Tel: (36-1) 463-2088, Fax: (36-1) 463-3787, E-mail:valenta@fot.bme.hu

Szűcs László, doktorandusz

Knorr-Bremse Hungária Kft. 1201 Budapest, Helsinki út. 86

Tel:(36-1) 4211-115, Fax: (36-1)4211-192, E-mail:szuecs@kbu.mhs.compuserve.com