FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2003. március 21-22.

MECHANIKUS ROBOTPERIFÉRIÁK MÉRÉSTECHNIKAI VIZSGÁLATA

Kovács Zsolt

Summary: When using robots in automated production it is necessary to use different mechanical robot peripheries (grippers, tools, fixtures) for handling, welding, machining, assembling, etc. the work pieces. The mechanical robot peripheries should be tested either after the development of prototypes or before their selection for applications. The measuring test gives the most important technical data about the peripheries, such as position accuracy, static and dynamic stiffness, etc., which show, whether they are able to realise the given tasks, operations or not. The results of the measuring test of an end-effector changer will be presented.

1. Bevezetés

Gyakran előfordul hegesztő, szerelő, festő vagy technológiai robotoknál, hogy a szükséges feladatokat egy megfogóval már nem lehet elvégezni, illetve az illesztési műveletek végrehajtásához célszerszámok szükségesek. A robotos műveletek végrehajtásához szükséges eszközöket (megfogókat, készülékeket, szerszámokat) mechanikus robotperifériáknak hívjuk. Azokat az eszközöket, melyeket a robot utolsó csuklójára erősítünk end-effektoroknak hívjuk. Sokszor olyan bonyolult a szerelési feladat, hogy a probléma többszerszámú, vagy univerzális cserélőfejjel sem oldható meg. Ebben az esetben szükség van a szerelőeszközök automatikus cseréjére, ami természetesen nem zárja ki, hogy a cserélendő eszközök is lehetnek többfunkciósak.

A cserélő egység minden esetben egy bonyolultabb robotoldali- és több szerszámoldali adapterből áll. (Az adapterekre a mechanikus interface elnevezés is használatos.) A szerszámoldali adapterre erősítik fel a megfogókat vagy a szerszámokat. Az utolsó robotcsuklóra felszerelt adapter ezeket veszi fel. Kapcsolódáskor az adapterekbe beépített csatlakozókon át történik a szerszámok működtetéséhez szükséges energia átvitele, illetve, ha a szerszámon érzékelők kerültek beépítésre, rajtuk keresztül jut el a jel a robotvezérlőbe. A megfogók és szerszámok nyugalmi helyzetükben egy erre a célra kialakított tárolóban helyezkednek el. A robot innen veszi fel a megfelelő eszközt, és ide is teszi vissza azt. Intelligens rendszereknél a cserélendő eszközök azonosító jellel rendelkeznek (identification system), így a vezérlés mindig ellenőrizni tudja, hogy melyik szerszámot vette fel a robot, illetve adott szerszám hol található a tárolóban.

A robotperifériák csak a műszaki jellemzőik által megengedett feladatok ellátására alkalmasak. A kereskedelmi forgalomban beszerezhető típusok kiválasztásánál, illetve az egyedi készülékek fejlesztésénél mindig az adott feladat követelményeiből kell kiindulni. A legfontosabb jellemzők, melyek egy adott alkalmazásnál alapvető szempontot jelentenek, az alábbiak:

- pozicionálási- és ismétlési pontosság, irányváltási hiba, visszaállási hiba,
- statikus merevség (engedékenység),
- dinamikus merevség (sajátfrekvenciák, csillapítás),
- automatizáltsági szint, felügyeleti funkciók,
- felépítés bonyolultsága, karbantartásigény,
- méretek és önsúly,
- beszerzési, vagy bekerülési költség, stb.

Jelen előadás keretei között a mechanikus robotperifériák legjellemzőbb vizsgálatait, egy, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépgyártástechnológia Tanszékén fejlesztett end-ektor tesztelésének eredményeivel mutatom be.

2. Pontossági vizsgálat

A szerszámcsere szt- s sszekapcsolsa utn a jtkkal illesztett kapcsold alkatrszek mechanikus perifrik ms s ms helyzetet vehetnek fel. A kapcsolsok pontossgnak ismerete gy mint az eltrsek szrsa, terjedelme s tlaga fontos informcii a szerszmcserel adott feladatra vl alkalmassgnak eldntshez.

A szerszmoldali cserel fl tengelye ltal felvett helyzetet, - mely a kapcsolsok sorn kuppalastok sorozatt rja le - teljes pontossggal kt rgztett sk s a szerszmcserel kls hengerpalstjnak krmetszeteiknt lehet meghatrozni. A mrs sorn a szerszmcserelt egy pneumatikus, lineris egysgre ptett kszlkre rgztettk, ennek segtsgvel a cserelsi mveletet automatikusan lehet lebonyoltani. Felttelezve, hogy sztkapcsols utn a robotoldali cserel fl a htrjrats vghelyzetben eltrs nlkl mindig ugyanabban a helyzetben ll meg tovbb a robotvizsglati szabvnyok hengeres vizsglelem esetn kt db mrrt (X-Y skban) rnak el gy ebben az esetben kt db 1 m felbontkpessg lineris, inkrementlis mrelem elhelyezsre krlt sor (1. bra).

1. bra Ismtlsi pontossg vizsglata

Az ismtlsi pontossg mrshez differencilmrsek sorozatt kellett elvgezni oly mdon, hogy a mrelemek az els mrs eltt a felletre engedett tapntkkal nullzsra kerltek. A mrsek 50 mrst tartalmaz csoportokban trtntek. A mrsi eredmnyek feldolgozshoz a kvetkez mennyisgek kerltek kiszmtsra:

a) terjedelem: $R = x_{\max} - x_{\min}$

b) tlag

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

c) szrs: $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}$

A mrsi eredmnyekbl szmolt jellemzk az albbiak:

$R_x =$	26 ��m	$R_y =$	18 ��m
$\bar{x} =$	14,64 ��m	$\bar{y} =$	-53,86 ��m
$\sigma_x =$	5,77	$\sigma_y =$	4,28

A pontossgi mrseket a szerszmcserel teljes sszekoptatsa utn is indokoltnak ltszott elvgezni. Megfigyelhet a mrsi eredmnyeken a bejrats jtkony hatsa.

$R_x =$	13 ��m	$R_y =$	15 ��m
$\bar{x} =$	3,38 ��m	$\bar{y} =$	-0,98 ��m
$\sigma_x =$	3,21	$\sigma_y =$	2,98

3. Statikus merevsgi vizsglat

A statikus merevsgi vizsglat clja annak a megllaptsa, hogy a szerszmcserel adott ertol szrmaz terhels mellett mekkora erirny elmozdulst szenved. A statikus merevsget a

terhelő erő és a hozzá tartozó deformáció hányadosaként határozhatjuk meg [N/mm]. Az erő-elmozdulás diagramot felvéve meghatározható a linearitás, a hiszterézis és a maradó elmozdulás mértéke, mely fontos információt ad a szerszámcserélő jellemzéséhez. A statikus merevség méréséhez építőszekrény-elven alapuló készülékrendszer (EÖK) elemeiből összeállított vizsgálóberendezés készült. Az EÖK-állvány függőleges lapjára került fel a nyúlásmérő bélyeges erőmérő cella, melynek villamos jelét egy egyenáramú mérőerősítőn lehetett figyelemmel kísérni. A mérés során a terhelőerő átadására egy menetes orsót helyeztünk az erőmérő cella és a szerszámcserélő közé, melynek elforgatásával a terhelőerőt a kívánt értékűre lehetett beállítani. A szerszámcserélő elmozdulását (X és Y irányban) lineáris, inkrementális mérőelem jelzi ki (2. ábra).

2. ábra A statikus merevségmérés eszközei

A vizsgálat során a terhelőerő maximumát a szerszámcserélő névleges terhelésével megegyező értékűre, 100 N-ra vettük fel. A fel- és leterhelés 10 lépcsőben, 10 N-onként történt. Mivel a szerszámcserélő - szerkezeti felépítéséből kifolyólag - a különböző irányokban különböző merevséggel bír, szükséges volt a vizsgálatot a két jellemző irányban (X és Y tengelyek mentén), a tájolócsapok síkjában, és erre merőlegesen is elvégezni.

A tájolócsapok síkjában mérve a következő eredmények adódtak (3. ábra):

Maximális kitérés: 31 μm Merevség: 3225 N/mm
 Maradó elmozdulás: 0 μm

3. ábra

4. Dinamikus merevségi vizsgálat

A robotok működése közben fellépnek rezgések, melyek a szerszámcserélő elemeinek különböző tömegei és rugalmassága miatt több sajátfrekvenciával jellemezhetőek. A rezgés okozója lehet a szerszámdali cserélő félre szerelt szerszám, de rezgést kelthet a robot valamely hajtóegysége is. A rezgés akkor válik a működést veszélyeztetővé, ha a gerjesztés frekvenciája közel esik valamelyik sajátfrekvenciához. Ilyenkor a rendszer elvileg végtelen nagyságú energiákat halmoz fel, mely a szerkezet kifáradásához, majd töréséhez vezethet. A szerszámcserélő dinamikus vizsgálata harmonikus gerjesztéssel történt. A mérőberendezések a 4. ábrán láthatók.

4. ábra A dinamikus vizsgálat berendezései

A dinamikus vizsgálatot a szerszámcserélőre jellemző mindkét síkban, így a tájolócsapokra merőlegesen és a tájolócsapok síkjában is szükséges volt elvégezni. Ezen belül mindkét mérésnél regisztrálásra került a gerjesztő rezgéssel átellenes oldalon mért, és az erre merőleges oldalirányban mért rezgésamplitúdó is. A vizsgálatok során egyik esetben sem jelentkezett 0,1 μm -nél nagyobb mérhető érték a 90 Hz alatti tartományban. Ezért a vizsgált frekvenciatartomány alsó határa ehhez az értékhez kapcsolódik. A mérési eredményekből kiolvashatók a kerülendő frekvenciák (5. ábra).

Dinamikai vizsgálat a tájolócsapok síkjában

5. ábra

5. Összefoglalás, következtetések

Az itt bemutatott vizsgálatokat a mechanikus robotperifériák fejlesztői, míg a komplex (robotra szerelt) vizsgálatokat a felhasználók igénye szerint lehet továbbfejleszteni. A vizsgálatok egyszerűsítését, valamint az eredmények gyorsabb és megbízhatóbb feldolgozását eredményezi a mérőberendezések számítógéphez kapcsolása, melynek feltételei adottak.

Irodaomjegyzék:

1. Kovács Zsolt: Szerelőrobotok szerszámcserélőinek pontossági és merevségi vizsgálata. Diplomaterv BME, 1997. Konzulens: Dr. Alpek Ferenc és Mihálcz István
2. Dr. Alpek Ferenc: Greifer- und Werkzeugwechselsysteme - Steigerung der Flexibilität von Montagerobotern, -e & i, 111 Jahrgang 1994. Wien, Heft 6. S. 305 - 309.

Szerző: Kovács Zsolt okleveles gépészmérnök; Apórháza-Generál Kft. H-1142 Budapest, Tatai u. 3.; Tel/fax: +36(1)350-3454; E-mail: aporhaza@interware.hu