

NEM KÖRKERESZTMETSZETŰ FURATOK PNEUMATIKUS MÉRÉSÉNEK TERVEZÉSE

DESIGNING OF PNEUMATIC MEASUREMENT OF BORES WITH NON-CIRCULAR PROFILE

*Dr. Szabó Ottó, műszaki tudomány kandidátusa
Miskolci Egyetem, Gépgyártástechnológiai Tanszék*

ABSTRACT

Finishing processing and macro geometrical measurement of quenched polygon bores was unresolved. These problems are elaborated and patented by the author. Widening of pneumatic linear measurement for polygon surfaces and bores means a special task. In this paper designing, construction and calibration of pneumatic measuring head and nozzles are presented by the author.

1. BEVEZETÉS

A mai gyártástechnológia feladata nagy pontosságú alkatrészek előállítása az egyre nagyobb teljesítményű és bonyolultságú gépek és berendezések építéséhez. Ezért a legyártott alkatrészek méreteinek ellenőrzése és ezen keresztül a gyártás minőségbiztosítása már nem csak a mérőlaboratóriumok kizárólagos feladata, hanem a gyártórendszerben és műhelyben történő pontos mérés is hozzájárul a termékek pontos legyártásához [2]. Ilyen a pneumatikus mérés alkalmazása korszerű gépészeti szerkezetek (pl. poligonkötések) gyártásánál. A műhelyben történő pontos mérés jelentős költségmegtakarítást biztosít, mivel jelentősen csökkenthető a selejt, valamint a gyártási idő.

2. NEM KÖRKERESZTMETSZETŰ TENGYELY- ÉS KERÉKAGY-KÖTÉSEK

A gépészeti hajtások (pl. fogaskerekes sebességváltók) hagyományos tengely és kerékagykötések (pl. ék-, bordás-kötések) hibáit a poli-gonkötések kuszöblik ki [1]. A poli-gonkötések normálmetszete ellipszis, epi- és hipociklois ívekkel vagy származékaikkal (pl. burkológörbékkel), illetve körívekkel határoltak, tehát nem körkeresztmetszetűek. A poligonkötések epi- vagy hipociklois ívei tengelyre merőleges metszetben a következő egyenletrendszerrel adhatók meg (amelyből ellipszis is levezethető):

$$\left. \begin{aligned} x &= (R - r)\cos\delta_p + \lambda r \cos\left[\frac{R-r}{-r}\delta_p\right] \\ y &= (R - r)\sin\delta_p + \lambda r \sin\left[\frac{R-r}{-r}\delta_p\right] \end{aligned} \right\} (1)$$

Az előző összefüggésben R az alapkör sugara, r a gördülőkör sugara, δ_p a poláris szög, λ a gördülőkör középpontja és a cikloist leíró pont közötti távolság. Így előállítható epi- vagy hipocikloisok alakja λ -tól is függ. A ciklois gyújtott, ha $\lambda < 1$; csúcsos, ha $\lambda = 1$; és hurkolt, ha $\lambda > 1$. A sokszögműköteknél nagyobbbrészt nyújtott cikloissal megadható vezérgörbéjű felületeket használunk.

A poligon furatok lágymegmunkálása sokszögesztergán és üregeológépen megoldott. A poligonkötések kerékagyát gyakran a nagy igénybevétel miatt keményre edzett acélból tervezik. A poligon furatok edzett felületének befejező megmunkálása üregeeléssel nem lehetséges. Lehetséges a kemény esztergálás kőbős bőrnitrid szárszámmal [3]. Az edzés utáni furatköszörülés kis termelékenyséű eljárás, ennél kedvezőbb új elvű szárszámmal és eljárással, az ún. kvázi-dörzsköszörüléssel a befejező megmunkálás [1].

A poligonkötések gyártása mérési és minőségbiztosítási feladatok megoldását is igényli. A hagyományos mérési módszerek elsősorban egyedi és kissorozatgyártás igényeit elégítik ki, de a közép-, a nagyszorozatgyártás és tömeggyártás fokozott elvárásait nem teljesítik. Ennek megoldása az elvégzett kutató-fejlesztő munka, amit e cikk foglal össze.

3. NEM KÖRKERESZTMETSZETŰ FURATOK PNEUMATIKUS MÉRÉSE

A poligonkötések alkatrészeinek közép-, nagyszorozatú és tömeggyártása megköveteli a mérés idejének csökkentését; megmunkálás közben való végzését; automatizált folyamatba integrálását, méretvezérlését. Az előző komplex követelmények mellett fontosak az olyan követelmények, mint a mérés stabilitása; megbízhatósága;

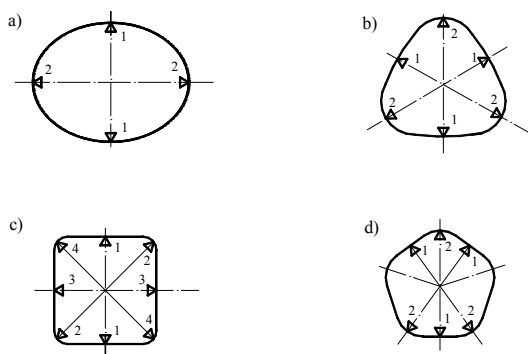
környezettel (pl. hűtő-kenő folyadék) szembeni érzékenység; egyszerű kezelhetőség; alacsony költségek, stb. A felsorolt kívánalmaknak eleget tesz a pneumatikus mérés. A pneumatikus mérőfejek megmunkálás előtt (ráhagyás ellenőrzése), megmunkálás alatt (méretvezérlés) és megmunkálás után is alkalmazhatók. A pneumatikus mérőfejek a megmunkáló szerszámmal integrálisan is kialakíthatók (pl. dörzsköszörülés) [1].

A pneumatikus mérés alapja az, hogy egy csatornán időegység alatt átáramló levegő mennyiségét csak a legszűkebb keresztmetszet befolyásolja. A mérőfűvóka végkereszt-metszetében vagy utána akadályt állítunk torlólemez, vagy munkadarab felülete vagy kúp formájában. A légáramlási csatorna legszűkebb keresztmetszetét a torlólemez vagy a munkadarab felülete által létrehozott kilépési keresztmetszet határozza meg, ha teljesül az

$$A_{sz} \leq \frac{d_m^2 \cdot \pi}{4} \quad (2)$$

feltétel, ahol d_m - a mérőfűvóka átmérője; A_{sz} - a mérésre használt szűkület keresztmetszete. Egy-, kettő-, esetleg három mérőfűvókás megoldás a célravezető. Figyelembe véve a sokszögfuratok keresztmetszetét az N_s sokszögszám páros- vagy páratlan számú lehet, amit az 1. ábra szemléltet. A gyakorlatban alkalmazott sokszög megmunkáló gépek (pl. sokszögeszterga, sokszögműködő, üregelőgép) ezt lehetővé teszik (pl. Gellért K. – Gribovszki L., - Tajnafői J. –féle gép konstrukciók). A (2) képletből következik, hogy az összekapcsolt mérőfűvókák számát korlátoznunk kell, illetve alkalmazhatók az egyfűvókás konstrukciók, ahol mérőfej egyik felülete a mérendő furat megfelelő felületére, mint mérési bázisra támaszkodik.

Általában a sokszögműködések közelítőleg lapközépen illeszkednek, az ellenőrzést elegendő az itt lévő méretre korlátozni. A pneumatikus mérőrendszer vizsgálatát és méretezését az ún. Laval-fűvóka és Bernoulli-egyenlet segítségével végezhetjük el, illetve villamos Ohm-törvény analógiáját alkalmazzuk.



1. ábra. Néhány jellegzetes sokszögfurat normál metszete és a pneumatikus mérőfűvókák elrendezése: a, ellipszis: $N_s = 2$; b, háromszög: $N_s = 3$; c, négyszög: $N_s = 4$; d, ötszög: $N_s = 5$; stb.

A mérőfűvóka pneumatikai jellemzőit fojtásos áramlási csatornán célszerű vizsgálni. Ezek olyan kis keresztmetszetű csatornák, ahol a levegő viszonylag nagy sebességgel áramlik. Így fojtásokra az átfolyt q_m levegő mennyiségét Bernoulli-törvény alapján egyszerűen számíthatjuk:

$$q_m = \alpha A \sqrt{2\rho(p_1 - p_2)}, \quad (3)$$

ahol: α - átfolyási tényező (≤ 1); ρ - áramló közeg sűrűsége; q_m - átfolyt mennyiség; A - átfolyási keresztmetszet. Az összefüggés csak $0,528 < p_2/p_1 < 1$ tartományban használható, mivel 0,528 a hangsebesség alatti áramlási határeset. A (3) összefüggés felhasználásával, a villamos Ohm-törvény analógiája alapján írható a következő összefüggés:

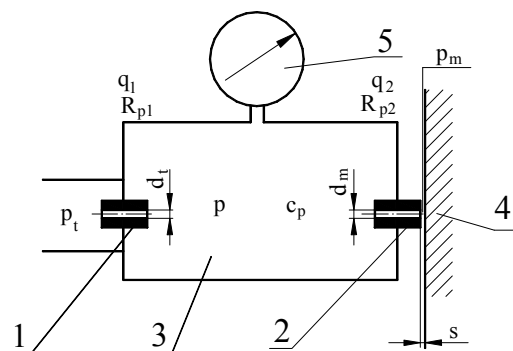
$$q_m^2 = \frac{1}{R_p}(p_1 - p_2), \quad (4)$$

ahol:

$$R_p = \frac{1}{2\rho \alpha^2 A^2}, \quad (5)$$

a fojtás pneumatikus ellenállása. Célszerű nyomásmérési eljárást alkalmazni, amelynek az elvi vázlata a 2. ábrán látható. A felépített rendszer sorba kapcsolt pneumatikus R_p C_p R_p hálózat, melyet statikus állapotban sorbakapcsolt ellenállásként közelíthetünk meg:

$$R_{p1} \cdot q_1^2 + R_{p2} \cdot q_2^2 = p_t - p_k \quad (6)$$



2. ábra. Nyomásmérési eljárás elvi vázlata: 1. tápfűvóka; 2. mérőfűvóka; 3. kamra; 4. munkadarab (torlólemez); 5. nyomásmérő.

A rendszer struktúrájából következik, hogy $q_1 = q_2 = q$. Ha a mérőrendszer a túlnyomásos, akkor

a környezeti nyomás elhanyagolható, azaz $p_k = 0$. Behelyettesítés és átalakítás után a rendszer statikus működését leíró egyenletet kapjuk:

$$p = \frac{p_t}{1 + 16 \frac{\alpha_m^2}{\alpha_t^2} \cdot \frac{d_m^2}{d_t^4} \cdot s^2} = p(s), \quad (7)$$

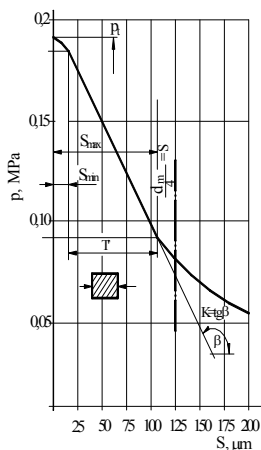
ahol az s – a mért mennyiség (a rés hossza), amelyhez tartozó jelleggörbe a 3. ábrán látható. Az összefüggés az előbbieken említett feltételek mellett és $\frac{d_m}{4} \geq s$ in-

tervallumban ad jó eredményt.

A 3. ábrán látható jelleggörbéből megállapítható, hogy a mérőrendszer viszonylag kis lineáris tartománnyal rendelkezik, s így a mérési tartomány (áthidalható túrésnagyság):

$$T' = S_{\max} - S_{\min}, \quad (8)$$

ahol $S_{\max} = \frac{d_m}{4}$. A mérési eredmény jobb kijelzése és biztonsága érdekében az



3. ábra. A nyomásmérési eljárás statikus jelleggörbéje

ellenőrizendő méret túrését $\frac{T'}{4} < T < T'$ intervallum-

ban célszerű felvenni. Hasonlóan vizsgálható a két-, és három-mérőfűvókás megoldás. A mérések az elméleti számításokat igazolják.

4. KÖVETKEZTETÉSEK

A pneumatikus mérőkészülékek különösen alkalmasak furatok ellenőrzésére, főleg mérethibák, alakhibák, kúposág gyors megállapítására. Hosszabb furatoknál nélkülözhetetlenek. A méretezés és tervezés az előző összefüggésekkel végezhető el.

A kutatómunka OTKA T 48760 és TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

IRODALOM

- [1] Szabó O.: Optimisation of Technology and Quasi Honing of Polygon Bores. Journal of Materials Processing Technology. ELSEVIER, Dublin, 2002, 119. pp. 117-121.
- [2] Hoffmann J.: Handbuch der Messtechnik. Verlag Hanser, München 2007. 821 p.
- [3] Kundrák J.: Cutting with superhard tools under periodically changing conditions (in Russian) Monográfia, Kharkov-Miskolc, 1996. 90 p.