FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2000. március 24-25.

PNEUMATIKUS ÜTŐHENGEREK MÉRETEZÉSÉNEK MATEMATIKAI ALAPJAI

Dr Szaladnya Sándor – Dr Németh János – Telek Péter

Summary

Beating cylinder is a special type of pneumatic cylinder, which is used for forming procedures of several technologies. The most characteristic property of this kind of cylinder is the large impact energy, which can be resulted from the high starting velocity of the piston of the beating cylinder. This article contains the principles of the dimensioning of beating cylinders and the differential equations, which describe the pressure in the individual parts of the cylinder and the moving characterisation of the piston. This research establishes the creation of computer software to calculate the mechanical and thermodynamic parameters of a beating pneumatic cylinder.

Bevezetés

A pneumatikus ütőhengerek egy speciális alkalmazási területét képezik a pneumatikus rendszereknek. Az alakítási műveletekhez a hagyományos munkahengerek korlátozott erő kifejtésük miatt nem mindig alkalmazhatók, de az alakításhoz szükséges nagy kinematikai energiát ütőhengerrel lehet biztosítani. Az ütőhengerek speciális felhasználási területükből adódóan a többi pneumatikus munkahengertől eltérő igénybevételeknek vannak kitéve, éppen ezért működtetésük során sajátos méretezési, karbantartási, felügyeleti szempontokat kell figyelembe vennünk.

Az ütőhengerek működési elve

Az ütőhenger, kialakításánál fogva 7,5-10 m/s dugattyúsebességet hoz létre, mely lényegesen nagyobb, mint a normál munkahengerek sebessége (1-2 m/s).

1. ábra: Pneumatikus ütőhenger vázlata

Az 1. ábrán látható alaphelyzetben a 1. és 3. hengertérbe a szelepeken keresztül tápnyomást kapcsolunk. Indításkor a 3. hengertér szelepét nyitjuk. A dugattyúnak az 1. hengertérrel érintkező redukált felülete miatt a dugattyú mozgása csak jelentős nyomáskülönbség esetén indul meg, majd miután a dugattyú elmozdult, az 1. és 2. hengertér összenyitása miatt a tápnyomás a teljes dugattyúfelületre hat. Az erőkülönbség miatt ugrásszerűen megnő a dugattyú sebessége. Mivel a dugattyú energiája négyzetesen arányos a sebességgel, pneumatikus ütőhengerek segítségével nagy energiájú, ütősszerű hatásokat hozhatunk létre.

Az ütmunka kisméretű hengerekénél is jelentős. Sok esetben az ütőhengerek sajtológépek feladatait is el tudják látni, hengerátmérőtől függően 25-500 Nm ütmunka érhető el velük.

Pneumatikus ütőhengerek alkalmazásánál azt is figyelembe kell venni, hogy nagy henger hosszúság (nagy dugattyú-mozgási hossz) esetén, az indulás után a sebesség rohamosan csökkenni kezd, s ezzel az alakításra használható energia is, ezért ilyen esetekben nem mindig célszerű ütőhengert alkalmazni.

Ütőhengerek alkalmazási területei:

- sajtolás,
- peremezés,
- szegecseles,
- kivágás,
- stb.

Pneumatikus ütőhengerek méretezése

Az ütőhengerek tényleges energia-átadásának, illetve a dugattyú-mozgás pontos karakterisztikájának meghatározásához ismernünk kell a munkahenger mindhárom terében a nyomások alakulását, figyelembe véve a dugattyú indításánál, illetve fékezésénél lejátszódó dinamikai jelenségeket is.

Nyomásviszonyok a hengerterekben

A méretezés első lépéseként meg kell vizsgálni a hengerterekbe be-, illetve a hengerterekből kiáramló levegő mennyiségét.

1. hengertér		$\dot{m}_{b1} = \mu_{b1} \cdot A_b \cdot p_b \cdot \psi_{b1} \cdot \sqrt{\frac{2}{R^* \cdot T}}$ $\dot{m}_{k1} = \mu_{k1} \cdot A_2 \cdot p_2 \cdot \psi_{k1} \cdot \sqrt{\frac{\kappa}{R^* \cdot T}}$
--------------	---	--

2. hengertér		$\dot{m}_{b2} = \mu_{b2} \cdot A_2 \cdot p_1 \cdot \psi_{b2} \cdot \sqrt{\frac{2}{R^* \cdot T}}$ $\dot{m}_{k2} = \mu_{k2} \cdot A_{k2} \cdot p_0 \cdot \psi_{k2} \cdot \sqrt{\frac{\kappa}{R^* \cdot T}}$
3. hengertér		$\dot{m}_{k3} = \mu_{k3} \cdot A_k \cdot p_0 \cdot \psi_{k3} \cdot \sqrt{\frac{\kappa}{R^* \cdot T}}$

ahol

- $\dot{m}_b, \dot{m}_k$ - a be-, illetve kiáramló levegőmennyiség a hengerterekben,
- m_b, m_k - áramlási veszteségek,
- A_b, A_k, A_2 - be-, illetve kiáramlási keresztmetszetek,
- p_0, p_2, p_b - nyomások,
- ψ_b, ψ_k - átömlési tényezők,

Az átömlési tényezők értéke nem állandó, függ az áramlás jellegétől, és a nyomásviszonyoktól (az áramlás sebességétől). A kapott egyenletek nem lineárisak, tartalmazzák a hengertérbeli nyomások első deriváltjait.

A dugattyú mozgásegyenlete

$$\ddot{x} = \frac{1}{M} [p_2 \cdot A_3 - p_3 \cdot (A_3 - A_r) + C + h \cdot (p_1 - p_2) \cdot A_2]$$

ahol

- M - a mozgatandó tömeg,
- A_r - a dugattyúrúd keresztmetszete,
- C - a dugattyúra ható súrlódási és külső erő,

A pneumatikus ütőhenger méretezéséhez szüksége differenciál-egyenlet rendszer

$$\dot{p}_1 = \frac{R^* \cdot \kappa \cdot T}{V_1} \cdot (\dot{m}_{b1} - \dot{m}_{k1})$$

$$\dot{p}_2 = \frac{1}{V_{20} + A_3 \cdot x} \cdot [R^* \cdot \kappa \cdot T \cdot (\dot{m}_{b2} - \dot{m}_{k2}) - \kappa \cdot p_2 \cdot A_3 \cdot \dot{x}]$$

$$\dot{p}_3 = \frac{1}{V_{30} - (A_3 - A_r) \cdot x} \cdot [\kappa \cdot p_3 \cdot \dot{x} \cdot (A_3 - A_r) - R^* \cdot \kappa \cdot T \cdot \dot{m}_{k3}]$$

$$\ddot{x} = \frac{1}{M} [p_2 \cdot A_3 - p_3 \cdot (A_3 - A_r) + C + h \cdot (p_1 - p_2) \cdot A_2]$$

Mivel a kapott egyenletrendszer zárt alakban nem oldható meg, numerikus megoldásához szükség van egy számítógépi programra, amely megfelelően rugalmasan tudja kezelni a rendszer jellemzőit a bemenő paraméterek függvényében. Épp ezért a kutatás következő fázisa egy, a kívánt feltételeket teljesítő szoftver létrehozása, illetve bevezetése a gyakorlatba.

Irodalomjegyzék

- [1]. Dr. Elek I. - Hudáky J.: Az ipari pneumatika alapjai
(INTERPRESS Kiadó 1979)
- [3]. Demeter Gy.: A pneumatika ipari alkalmazása
Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1972.
- [4]. Demeter Gy. - ifj. Kismarty L.: Pneumatikus rendszerek tervezése
Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1974.
- [5]. Dr. Krisztinicz P.: Digitális pneumatika
Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1973.
- [6]. Heinz Zobl - Julius Kruschik: Áramlás csövekben és szelepekben
Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1966.
- [7]. Dr. Vida Gy.: Műszaki hőtan
Tankönyvkiadó, Budapest 1981.
- [9]. Vincze Á.: Hidraulikai és pneumatikai táblázatok
Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1983.
- [10]. MECMAN Pneumatika katalógus 1987.

Dr. Szaladnya Sándor, egy. tanár - Dr. Németh János, egy. docens - Telek Péter, egy. tanársegéd
Miskolci Egyetem, H-3515 Miskolc-Egyetemváros
Tel.: 36-46-565-111/1029, Fax: 36-46-367-828, E-mail: alttelek@gold.uni-miskolc.hu