FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1998. március 20-21.

Pneumatikus munkahengerek alkalmazás-specifikus vizsgálata

Dr. Szaladnya Sándor, egyetemi tanár - Telek Péter, doktorandusz

Summary

Novadays the pneumatic systems are applied in several fields of the Industry. Against numerous advantages (cheaper, more accurate than the electronic systems, etc.), the mathematical description of this systems is very complicated task because of the properties of the operating fluids. Our purpose was to create a new method which helps to calculate the piston movement of pneumatic cylinder exactly. The applicability of the new method was examined in a special field, the operate of opening and closing devices of solid and bulk materials storage silos. Results of this examination are movement-time and velocity-time functions which render determine possible the exact time of opening and closing process and the exact quantity of the flew material.

Munkahengerek működésvizsgálata

Napjainkban, az automatizálás egyre erősebb térhódítása miatt, az ipar minden területén előtérbe kerül a pneumatikus rendszerek alkalmazása. Számos előnyével szemben (pl. jobban elviseli a környezeti hatásokat, olcsóbb, megbízhatóbb mint az elektronikus rendszerek elemei), legnagyobb hátránya az, hogy a pneumatikus munkahengerekben lejátszódó folyamatok az energiát hordozó közeg viselkedése miatt bonyolultak. Mivel a levegő összenyomható közeg, nyomása és sűrűsége változik. A pneumatikus rendszerekben minden elem (szelepek, vezetékek, stb.), amelyen a levegő átáramlik nyomásváltozást okoz. Az egyszerűbb elemek esetében ez a nyomásváltozás könnyen számítható, vagy gyakorlati mérésekkel megállapítható, viszont a munkahenger esetében, mivel itt megy végbe az energiaátalakítás, a számítások bonyolultabbak. A rendszer kezelhetősége érdekében a matematikai modell felállítása során bizonyos tényezők hatását elhanyagoljuk, vagy csak közelítő mértékben vesszük figyelembe, de az ebből adódó hiba mértékét utólag (például kísérletekkel) ellenőrizni kell. A mechanikai modell - az [1].irodalom alapján - egy kétoldali működésű munkahenger, a hengertereket felváltva működtetjük, s az egyszerűsítés érdekében, a csatlakozó pontokhoz kapcsolódó szűkítésekkel számolunk. A hőtani vizsgálatok során a rendszert

adiabatikusnak tekintjük és elhanyagoljuk a munkahenger esetleges felmelegedéséből származó hőátadást a környezetnek. A modell két, egymástól elhatárolt részből áll, amelynél a vizsgált helyzetben, az egyik részben csak beáramlás, a másik részben csak kiáramlás történik. Az alapegyenletekből kiindulva (energiaegyenlet, Euler-egyenlet, mozgásegyenlet) - nyitott rendszert, és instacionárius esetet feltételezve - meghatározzuk a nyomásváltozást, illetve a tömegáramlást.

$$\text{nyomásváltozás:} \quad 1.\text{hengertér} \quad \frac{d}{dt} p_1 = \frac{\kappa}{V_1} \left(\frac{d}{dt} m_{be} \cdot R \cdot T_{be} - p_1 \cdot A_1 \cdot \frac{d}{dt} x \right) \quad (1)$$

$$2.\text{hengertér} \quad \frac{d}{dt} p_2 = \frac{\kappa}{V_2} \left(p_2 \cdot A_2 \cdot \frac{d}{dt} x - \frac{d}{dt} m_{ki} \cdot R \cdot T_{ki} \right) \quad (2)$$

$$\text{mozgásegyenlet:} \quad p_1 \cdot A_1 - p_2 \cdot A_2 - m_g \cdot a_d - k \cdot w_d - c \cdot x - F_s - F_t = 0 \quad (3)$$

$$\text{tömegáramlás:} \quad - \text{beáramlás} \quad \frac{d}{dt} m_{be} = \mu_f \cdot p_m \cdot A_{f1} \cdot \sqrt{\frac{2}{R \cdot T_{be}}} \cdot \psi_{be} \quad (4)$$

$$- \text{kiáramlás} \quad \frac{d}{dt} m_{ki} = \mu_f \cdot p_{at} \cdot A_{f2} \cdot \sqrt{\frac{\kappa}{R \cdot T_{ki}}} \cdot \psi_k \quad (5)$$

A képletekben szereplő Y_{be} , Y_{ki} átömlési tényezőket a 1. és 2. ábrán látható függvények szerint számíthatjuk.

1. ábra: Zárt térbe áramlás esetén

2. ábra: Atmoszférába áramlás esetén

A levezetések eredményeképpen egy differenciálegyenlet-rendszert kapunk, mely zárt alakban nem oldható meg csak numerikus úton. A numerikus módszerek (pl. Runge-Kutta módszer, Taylor módszer) megfelelő pontossággal le tudják kezelni az egyenleteket, azonban az átömlési függvények nagyon érzékenyek a peremfeltételekre. Annak érdekében, hogy meg tudjuk oldani a differenciálegyenleteket, a mozgás folyamatát több különböző (egymástól elhatárolt) szakaszra kell bontani: állandó tér (holttér) feltöltése, gyorsuló és egyenletes sebességű szakasz, löketvégi csillapítás szakasza, véghelyzetben tartózkodás, illetve a visszafutás szakasza. Az átömlési függvény érzékenysége miatt az egyes szakaszokon belül is különböző függvényeket kell alkalmazni. A differenciálegyenlet-rendszer bonyolultsága, a mozgásszakaszok nagy száma, valamint a numerikus módszer nagy műveletigénye miatt az eljárás csak számítógép segítségével

valósítható meg. Végeredményként elmozdulás-idő, sebesség-idő, gyorsulás-idő és nyomás-idő függvényeket kapunk, amelyek maradéktalanul jellemzik a pneumatikus munkahenger dugattyújának viselkedését.

Pneumatikus munkahengerek alkalmazása silók ürítésénél

Speciális alkalmazási területe a pneumatikus munkahengereknek, az ömlesztett anyagok tárolására szolgáló silók ürítőnyílásai elzárószervezeteinek mozgatása. Ezeknél az elzárószervezeteknél a nyitás, illetve a zárás ideje alatt eltérően változnak a paraméterek. Az ömlesztett anyag viselkedésének ismeretében - a [5.] irodalom alapján - és az erőjátékok felírásával meg lehet határozni a terhelő erő változását a mozgás folyamán. Silóelzárók mozgatásánál a munkahenger terhelése az ürítőnyílás alakjától és méretétől, illetve a tárolt ömlesztett anyag nyomásától függ. A dugattyú terhelését az elzárólap felületére gyakorolt nyomás adja. A terhelt felület változása miatt változik a terhelő erő a mozgás folyamán, ezért az erőváltozás a dugattyú elmozdulás függvényeként adódik. Vizsgálatainkhoz függőleges kialakításu, téglalap kiáramlási keresztmetszetű silót választottunk, a dugattyú elmozdulását és sebességét a 5., 6. ábrán láthatjuk. Az elzárószervezet elhelyezkedése és a dugattyú mozgása is függőleges, így a munkahenger terhelése a súrlódóerőkből, illetve az elzárólap és a dugattyú súlyából adódik.

3. ábra: Függőleges kialakítás

4. ábra: Az erők alakulása

különböző kiáramlási keresztmetszetek esetén

5.ábra

6.ábra

Mint az ábrákból is látható, az eljárás segítségével modellezni tudjuk a munkahenger dugattyújának - s ezáltal az elzáró-szerkezetnek is - a viselkedését a mozgás folyamán, szemléltetve a fellépő dinamikus jelenségeket, instacionárius hatásokat. Az elvégzett vizsgálatok lehetőséget adnak az optimális kialakítás kiválasztására, elsősorban a munkahenger egyenletes terhelésének figyelembevételével. Mindez azonban csak egy lehetséges alkalmazása az új méretező eljárásnak, a továbbiakban tervezzük a vizsgálatok kiterjesztését más felhasználási területekre is.

Irodalomjegyzék:

- [1]. Dr. Elek I. - Hudáky J.: Az ipari pneumatika alapjai
(INTERPRESS Kiadó 1979)
- [2]. Demeter Gy.: A pneumatika ipari alkalmazása
Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1972.
- [3]. Demeter Gy. - ifj. Kismarty L.: Pneumatikus rendszerek tervezése
Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1974.