XIV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2009. március 26-27.

MAGASRAKTÁRI FELRAKÓGÉPEK OSZLOPLENGÉSEIT CSILLAPÍTÓ HATÁSOK

Prof. Dr. Kulcsár Béla, Hajdu Sándor

Abstract

This paper summarizes the mast-sway damping effects in structure of storage and retrieval machines, the mathematical modeling possibilities of these effects are also discussed. This mathematical modeling is presented via finite element modeling of the structure of storage and retrieval machines.

Key words:

sway damping, finite element modeling, storage/retrieval machine

Összefoglalás

Cikkünkben összefoglaljuk a raktári felrakógépek szerkezetében előforduló, a felrakógép oszlopának lengéseit csillapító hatásokat, kitérünk ezek matematikai modellezési lehetőségeire. Ez a matematikai modellezés a felrakógép szerkezetének végelem-modellezésén keresztül kerül bemutatásra.

Kulcsszavak:

lengéscsillapítás, végelem-modellezés, magasraktári felrakógép

1. Bevezetés

A magasraktárak teljesítőképességét sok egyéb tényező mellett a raktárban alkalmazott anyagmozgató rendszerek teljesítőképessége is meghatározza. Így a korszerű raktári felrakógépekkel szemben felmerül a gyors kiszolgálás és a megbízható, gazdaságos működés követelménye is. Ezen ellentétes követelmények miatt a gépek tervezése során egyszerre kell törekedni a működési sebességek növelésére és az energiafelhasználás valamint az önsúly csökkentésére. Az önsúly csökkentése együtt járhat a vázszerkezet merevségének csökkenésével is. Ezek a szerkezetek a dinamikai igénybevételekkel szemben érzékenyebbek, működésük során a különböző gerjesztő hatások miatt az oszlopszerkezetben nem kívánt lengések keletkezhetnek. Ezen cikk a raktári felrakógépek esetében előforduló oszloplengés-csillapító hatásokat, ezek matematikai modellezésének lehetőségeit kívánja összefoglalni.

2. A magasraktári felrakógépek végelem-modellezése

A raktári felrakógépek szerkezetében előforduló lengéscsillapító hatások vizsgálatához és modellezéséhez szükségünk van a felrakógép valamilyen egyszerűsített matematikai modelljére is. A legkézenfekvőbb ilyen egyszerűsített modell a felrakógép végelem-modellje lehet. Az 1. ábrán a modellezéshez használható ilyen elem, az ún. síkbeli gerendaelem látható.

1. ábra. Síkbeli gerendaelem (2D Beam)

Az előzőekben bemutatott síkbeli gerendaelemek segítségével a 2. ábrán látható (az [1] irodalomban is tárgyalt) felrakógép végelem-modelleket képezhetjük.

Az itt látható végelem-modellek segítségével felírhatók a modellekhez tartozó mozgásegyenletek is:

$$M\ddot{x} + Kx = F \quad (1)$$

ahol M a tömegmátrix, K a merevségi mátrix, x az általánosított koordináták vektora, F pedig a csomóponti általánosított erők vektora.

2. ábra. Raktári felrakógépek végelem-modelljei

3. A raktári felrakógépek oszloplengéseit csillapító hatások

A raktári felrakógépek oszloplengéseit hasonlóképpen bármilyen gép vagy berendezés rezgéseirez rengeteg folyamat csillapíthatja, ezeket a folyamatokat többféleképpen csoportosíthatjuk. Az egyik jellemző szempont lehet az, hogy hol és miként megy végbe a disszipáció, amely a szerkezet energiáját csökkenti.

Egy ilyen lehetséges csoportosítást mutat be M. Dietzel disszertációjában [3], amit a 3. ábrán figyelhetünk meg. Megjegyezzük, hogy ehhez hasonlóan csoportosítja a lengéscsillapító hatásokat [2] általánosan és [4] a raktári felrakógépekre vonatkozóan is.

A csillapító hatásokat tehát külső és belső csillapításokra bonthatjuk szét. Külső csillapításról beszélünk abban az esetben, ha a szükséges energiacsökkentést külső csatlakozó berendezésekkel,

koncentrált lengéscsillapítókkal valósítjuk meg.

3. ábra. A csillapítóhatások csoportosítása

A külső csillapítások egy speciális esete az aktív lengéscsillapítás, ami a felrakógép hajtásszabályozásán keresztül valósulhat meg. Ennek során az oszlop lengését érzékelve egy szabályozóegység úgy avatkozik be a felrakógép haladás irányú hajtóegysége által generált hajtónyomatékba, hogy az az oszlop lengésének csökkenését eredményezze.

A 3. ábrán látható, hogy a belső csillapításokat tovább osztályozhatjuk anyagcsillapításra és szerkezeti csillapításra.

A különféle csillapításokat az alapján is csoportosíthatjuk, hogy azok milyen matematikai formában jelennek meg a mozgásegyenletekben, milyen formulával közelítik a valóságos viszonyokat. Ennek megvalósításához különböző lokális modellek képezhetők, amelyek a legegyszerűbb erő-deformáció kapcsolatokat megjelenítő elemekből felépített hálózatok segítségével közelítik a valóságos csillapítási viszonyokat. Az alábbi ábrán láthatunk erre példákat.

4. ábra. Lokális csillapítási modellek és szimulációs eredményeik

Az ezen modellekhez tartozó mozgásegyenletek sorrendben a következők:

a) Kelvin-Voigt modell: $m\ddot{x} + k\dot{x} + cx = 0$

(2)

$$\text{b) Maxwell modell: } \begin{aligned} m\ddot{x}_2 + c(x_2 - x_1) &= 0 \\ k\dot{x}_1 - c(x_2 - x_1) &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{c) Coulomb modell: } m\ddot{x} + F_R \operatorname{sgn}(\dot{x}) + cx = 0 \quad (4)$$

$$\text{d) Háromparaméteres modell: } m\ddot{x} + F_R \operatorname{sgn}(\dot{x}) + k\dot{x} + cx = 0 \quad (5)$$

4. Összefoglaló

Cikkünkben összefoglaltuk a raktári felrakógépek szerkezetében előforduló csillapítóhatásokat, kitértünk ezek matematikai modellezési lehetőségeire, a felrakógép végeselem-modellekbe való beillesztési lehetőségeire. A későbbiek során az ezen csillapítási hatásokat figyelembe vevő végeselem-modellek részletesebb vizsgálatára, elemzésére kerülhet sor.

Irodalom

- [1] Kulcsár, B., Tánczos, A., Sóvári, J.: *Raktári felrakógép oszloplengéseinek csökkentése LPV szabályozási módszerekkel*; GÉP; L. évf.; 1999/12; p.: 15-19.; ISSN 0016-8572
- [2] Zobory, I., Kolonits, F.: *Szerkezeti csillapítás és a szerkezeti anyagok lengéscsillapító hatása (helyzetkép)*; GÉP; LV. évf.; 2004/4-5; p.: 64-74.; ISSN 0016-8572
- [3] Dietzel, M.: *Beeinflussung des Schwingungsverhaltens von Regalbediengeräten durch Regelung des Fahrtriebs*; Dissertation; Institut für Fördertechnik Kalsruhe; 1999; ISSN 0171-2772
- [4] Bopp, W.: *Untersuchung der statischen und dynamischen Positionsgenauigkeit von Einmast-Regalbediengeräten*; Dissertation; Institut für Fördertechnik Kalsruhe; 1993; ISSN 0171-2772

Prof. Dr. Kulcsár Béla, dékán, tanszékvezető, egyetemi tanár

Munkahely: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar,

Építőgépek, Anyagmozgatógépek és Üzemi Logisztika Tanszék

Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Bertalan Lajos utca, 7-9.

Telefon / Fax: +36-1-4632235

Hajdu Sándor, főiskolai adjunktus

Munkahely: Debreceni Egyetem, AMTC, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék

Cím: 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca 2-4.

E-mail: hajdusandor@mfk.unideb.hu