XV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2010. március 25-26.

VIBRÁCIÓS ROSTA OPTIMÁLIS LENGÉSFREKVENCIA TARTOMÁNYÁNAK MEGHATÁROZÁSA DISZKRÉT ELEMENK MÓDSZERÉVEL

BABLENA Adrienn, dr. KEPLER István

Abstract:

Screening is a widely used cleaning and sorting procedure of the agricultural engineering and architecture. The practicing engineer has to be able to determine the screening apparatuses optimal working parameters, to be able to design and operate an efficient and environment friendly screening machine. In this paper we would like to demonstrate the determination method of the optimal vibration frequency of a screen.

Keywords:

screen, optimal vibration frequency, discrete element method

Összefoglalás

A mezőgazdaságban és az iparban gyakran van szükség a szemcsehalmozok osztályozására, tisztítására. Ezt a feladatot különböző rostákkal oldhatjuk meg. A rosták optimális működési paramétereinek meghatározása szükséges a hatékony, energiatakarékos és környezetkímélő működés biztosítása érdekében.

Jelen munkánkban a korábbiakban vibrációs rostákon analitikus módszerekkel meghatározott optimális lengésfrekvencia tartományok vizsgálatát végeztük el diszkrét elemek módszerével.

Kulcsszavak:

Rosta, optimális lengésfrekvencia, diszkrét elemek módszere

1. Bevezetés

A különböző nagyságú szemcsék osztályozására főként a mezőgazdaságban, de egyéb más iparágakban, például az építőiparban is szükség van. Ezt az osztályozást leggyakrabban hengeres vagy vibrációs rostákkal végzik el.

A rostálás konkrét célja a szemcsék méret szerinti osztályozása vagy a szemcsék megtisztítása a kisebb méretű szennyeződésektől. A rosta kialakításakor fontos a magok minél hatékonyabb szétválogatása minél kevesebb energiafelhasználással. Az energiafelhasználás csökkentése érdekében fontos meghatározni a rosta optimális lengésfrekvenciáját.

Az optimális lengésfrekvencia meghatározására korábban már történtek kísérletek, többnyire analitikus módszerekkel. Az analitikus modellek többsége csak egyetlen szemcse mozgását írja le, és nem terjed ki a teljes szemcsés halmaz vizsgálatára.

A rosták mozgásuk szerint két csoportba sorolhatók: hengeres és vibrációs.

Munkavégzés célja szerint szintén két csoportba oszthatjuk őket:

- a szemek vastagsága szerinti *osztályozó*;
- a maghalmazból az apróbb magvak kiválasztását célzó *tisztító*.

A magtisztító gépekhez általában lyuggatott rostalemezeket alkalmaznak, amelyek kör- vagy hosszanti nyílásokkal ellátottak lehetnek.

Vibrációs rosta esetén a magok rostalemezhez viszonyítva:

- vagy nyugalomban vannak;
- vagy alternáló mozgást végezve:
 - lefelé mozognak;
 - felfelé mozognak;
 - mindkét irányban mozognak;
- vagy a magok elválnak a rosta felületétől (pattognak).

1.ábra. Vízszintes lengésirányú rostalemez [1]

2. Analitikus vizsgálat

Az analitikus vizsgálat célját figyelembe véve az alábbi feltételeknek kell teljesülniük [1]:

- a magoknak a rostán csúszniuk kell, tehát a rostától való elválást kerülni kell;
- a mag relatív mozgása alternáló kell legyen;
- lassú, lejtőirányú szállítási folyamat jöjjön létre;
- a rosta lengés amplitúdója és frekvenciája olyan kell legyen, hogy a mag rostához viszonyított relatív sebessége ne haladjon meg egy meghatározott mértéket.

A mozgás vizsgálatához feltételezzük továbbá, hogy az α hajlásszögű sík rostalemez translációs rezgőmozgást végez az $r \sin \omega t$ törvény szerint, a rezgés iránya a lemezzel β szöget zár be, valamint $\alpha = -\beta$.

[1] alapján a szemcse mozgásegyenletei:

$$m\ddot{x} = mr\omega^2 \cdot \cos \beta \sin \omega t - mg \sin \alpha - \mu F_N \quad (1)$$

$$m\ddot{y} = mr\omega^2 \cdot \sin \beta \sin \omega t - mg \cos \alpha + F_N \quad (2)$$

$$\mathbf{r}_0(t_2) = r_0 \mathbf{j} \quad (3)$$

$$\mathbf{r}_0(t_b) = (b - r_0) \mathbf{i} \quad (4)$$

$$m\mathbf{a}_r = (mr\omega^2 \cdot \cos \alpha \sin \omega t + mg \sin \alpha) \mathbf{i} + (mr\omega^2 \cdot \sin \alpha \sin \omega t - mg \cos \alpha) \mathbf{j} \quad (5)$$

Átalakítások után egy 5 egyenletből álló, 5 ismeretlenes algebrai egyenletrendszer adódik, melyben az ismeretlenek:

- t_1 felfelé történő mozgás kezdetének időpillanata;
- t_2 a mag maximális relatív sebesség elérésének pillanata;
- t_b a mag becsapódásának pillanata;
- v_{rmax} maximális relatív sebesség;
- ω lengés körfrekvenciája.

Az egyenletrendszer zárt alakban nem oldható meg, tehát numerikus eljárást kell alkalmazni, amely eredményéből megrajzolható a 2.a. ábrán látható nomogram, mely a szemcse mozgásviszonyait ábrázolja. A beszámozott területeken különféle mozgásviszonyok valósulnak meg:

- I. terület: nem történik szállítás;
- II./A terület: csak pozitív irányban történik szállítás;
- III. terület: itt valósul meg a szemcse optimális mozgása, vagyis mindkét irányba csúszik a rostalemezen, miközben a lemezen lefelé halad. Rostálás esetén úgy kell megválasztani a mozgást befolyásoló paramétereket, hogy a mozgás ebben a tartományban jöjjön létre;
- IV. terület: mikrodobásos anyagszállítás (pattogás).

2.a. ábra. Mozgásviszonyok ábrázolása

2.b. ábra. $\kappa=0,1$ értékhez tartozó nomogram [1]

Vezessük be [1] alapján a következő dimenzió nélküli paramétereket: $X = \frac{A \cdot \omega^2}{g}$; $\chi = \frac{b}{r_0}$; $\kappa = \frac{b}{A}$.

Ebből κ értéke az általunk vizsgált rosta esetére állandó: $\kappa=0,125$. Ekkor a $\kappa=0,1$ -hez tartozó nomogram jó közelítéssel használható. A 2.b. ábrán bejelölt pontokhoz tartozó mozgásformákat vizsgáltam meg a pontoknak megfelelő értékeknél diszkrét elemek módszerével.

3. Diszkrét elemek módszere

A diszkrét elemek módszere egy numerikus módszer, mely kifejezetten szemcsés anyagok vizsgálatára jött létre a 70-es években. Minden diszkrét elemes modell különálló elemekből és az elemek érintkezésével létrejövő kapcsolatokból áll. Egy eljárást akkor nevezhetünk diszkrét elemes modellnek, ha [2]:

- egymástól egyértelműen elkülönülő elemekből épül fel;
- az elemek önálló elmozdulási szabadságfokokkal rendelkeznek oly módon, hogy a modell képes követni az elemek véges nagyságú eltolódásait és deformációit;
- az elemek között új kapcsolatok jöhetnek létre és meglévő kapcsolatok szűnhetnek meg.

Az EDEM 2.2. program segítségével elkészítettem az analitikus modell paramétereivel egy diszkrét elemes rostamodellt (3. ábra). A változó paraméterek öt szempont szerint osztályozhatók: szemcseszám (1;100), szemcsealak (gömb; hosszúkas), rostalemez hajlásszöge, lengésfrekvencia, legkisebb kirosztalando szemcse sugara (a legnagyobb szemcse sugara fixen 1,1r). A paraméterek osztályozása szerint összesen 20 futtatási kombináció adódott.

4. Eredmények

A paraméterektől függően a rostalemezen különböző mozgásmódok alakultak ki:

- csak lefelé történő szállítás;
- lefelé és felfelé történő szállítás (a szemcsék alternáló mozgása), a mozgás eredője lefelé haladó mozgás;
- csak lefelé történő szállítás a szemcsék minimális mértékű pattogásával;
- nagymértékű pattogás (ez nem megengedett);

3. ábra: Rosta diszkrét elemes modellje

- a szemcse szinte azonnal átesett a rostalyukon, nem volt értékelhető mozgásmód.

A legtöbb esetben a szemcsék alternáló mozgása valósult meg, amely éppen az ideális mozgásmód. Azonban érdekes, hogy a csak lefelé történő szállítás éppen abban a vizsgált pontban jelentkezett, amelyben az analitikus számítások szerint alternáló mozgásnak kellene megvalósulnia, míg az alternáló mozgás jórészt a csak lejtő irányú mozgás tartományában jelentkezett, noha előfordult, hogy a vizsgált pont analitikusan számolt és szimulált mozgásmódja azonos volt. Pattogás kizárólag a gömb alakú szemcsék esetében jelentkezett, ami azért érdekes, mivel az analitikus számítás gömb (pontosabban kör) alakú szemcsékkel számol, azonban az összetett szemcsékre volt jellemző, hogy a szemcsék a felülettől való elválás nélkül haladtak végig a lemezen.

5. Következtetések

Az eddigiek alapján elmondhatjuk, hogy a diszkrét elemek módszere alkalmas a szemcsemozgás és a rosta működésének szimulálására, az optimális lengésfrekvencia analitikus meghatározása alapvetően helyes eredményre vezetett, valamint a szemcsék gömb alaktól való eltérése és a nagyszámú szemcse egymással való ütközése az egyes mozgásformák közötti éles átmenetet (2.a. ábra) megváltoztatta, meglehetősen széles határátmeneti zónákat hozott létre, amelyekben az egyes szemcsemozgási módok egymással erősen keverednek. További célom a 2. ábrán látható tartományok átmeneti zónáinak kijelölése további szimulációk segítségével, valamint más működési elvű rosták vizsgálata.

Irodalom:

- [1] M. Csizmadia Béla, Hegedűs Attila, *Új konstrukciójú kéttömegű rosta dinamikája*, 2002.
- [2] Bagi Katalin, *Diszkrét elemek módszere*, 2007.
- [3] Bablena Adrienn, Keppler István, *Discrete element modeling of pressure distribution in silos*. Zilele Technice Studentești, Temesvár, 2009. május 10.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatta.

Bablena Adrienn, egyetemi hallgató
Munkahely: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar
Cím: H-2100, Gödöllő, Páter Károly u. 1.
Telefon: +36-28-522080
E-mail: bablena.adrienn@hallgato.szie.hu

Dr. Keppler István, egyetemi docens
Munkahely: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar
Cím: H-2100, Gödöllő, Páter Károly u. 1.
Telefon: +36-28-522080
E-mail: keppler.istvan@gek.szie.hu