XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

TEHERLENGÉSEK ÉS LENGÉSIDŐK MINIMALIZÁLÁSA FÜGGŐSÍN-PÁLYÁS DARUKNÁL

TOLLÁR Sándor, dr. ILLÉS Béla

Abstract

Load swing is a typical phenomenon by cranes. The load swing damping and minimizing is a cardinal question for automated cranes. For exactly position of the suspended load we must attend this problem. In this paper we present the reasons of the load swim, the damping or minimizing methods and we suggest the right way to automate monorail cranes.

Key words:

load swing, monorail cranes, damping, minimizing

Összefoglalás

A teherlengések mindig jelen vannak a függesztett teher szállítása során. Ez a jelenség kezelendő problémát okoz különösen az automatizált daruk esetében. A szállított rakomány pozícionálását megnehezíti a teher lengése. Napjainkban egyre több megoldást találhatunk ezen lengések kiküszöbölésére. Ebben a cikkben összegyűjtöttük a teherlengések kialakulásának okait, valamint azokat a megoldásokat, melyekkel a darukat ebből a szempontból automatizálhatóvá tudjuk tenni. Kiválasztottuk azokat a módszereket, melyekkel ezek közül függősín-pályás daruk esetében is jó eredményt érhetünk el.

Kulcsszavak:

teherlengés, függősín-pályás daruk, csillapítás, minimalizálás

1. Bevezetés

A modern gyártási, raktározási folyamatok működtetésének egyik feltétele a szükséges alkatrészek, részegységek, elő-gyártmányok, kötőelemek kellő időben történő helyszínre juttatása, valamint az elkészült gyártmányok továbbítása, illetve átadása a folyamatban soron következő egység számára. Ezt a feladatot számos anyagmozgató berendezéssel oldhatjuk meg, melyek különböző szempontok szerint illeszthetők a gyártási technológiába. Ezen berendezések közül jó megoldás a darubárak, egység-rakományok szállítására a függősín-pálya. Számtalan speciális alkalmazásuk mellett – melyek jól automatizálhatók – általánosan elterjedtek az egyszerű láncos emelő-berendezésekkel ellátott függősín-pályás daruk. A híd, illetve portáldarukkal ellentétben ezekhez a berendezések nincsenek kész automatizálási csomagok a gyártók kínálatában. A gyártási folyamatok anyagáramlási rendszerében alkalmazott függősín-pályák automatizálásának feladatait egy korábbi cikkben már sorra vettük. Ezek közül a leg-

nagyobb problémát a teher pozicionálása jelenti, mivel az automatizált tehermegfogók alkalmazását függősin-pályák esetében nagymértékben megnehezíti, hogy a láncos, illetve sodronyköteles emelő-szerkezetek a szállítás során nem tudják fixen rögzíteni a terhet a futómacskához, mindenképpen lengések lépnek fel, melyek megnehezítik a megfogó, illetve a teher pozicionálását a felvételi, illetve a leadási ponton. Első lépésként tehát erre a problémára kell fókuszálnunk.

2. A teherlengések kialakulásának okai

A teherlengések minden olyan daru esetében fellépnek, melyek tehermegvezetés nélküli emelő-berendezésekkel működnek. A lengések kialakulásának alapvető oka, hogy a teher szabadon, megvezetés nélkül van függesztve a futómacskára. A kapcsolat a teheremelő berendezés és a terhet megfogó, megakasztó eszköz között lehet drótkötél, vagy lánc. A drótkötél, illetve a lánc maradéktalanul felveszi az emelésből származó függőleges – vagy pontosabban „kötélirányú” erőket. Az attól eltérő erőhatásokkal szemben azonban nem fejt ki ellenállást. A megemelt teher mozgása során a teher gyorsulási ellenállása a d’Alembert elv értelmében időbeli eltolódást okoz a futómacskán lévő függesztési pont és a teher között. Más szóval a futómacska elindul, azonban a kötélnem tud pálya irányú erőt átadni, ezért a teher tehetetlensége okán nem indul el azonnal a futómacskával. Emiatt a kötélnem kitér a függőlegesből és kicsit „megdől” a pálya irányába – ezzel egyidejűleg kis mértékben a teher függőlegesen felfelé mozdul. Csak amikor már megjelenik a kötélerő pálya irányú komponense, akkor indul a teher is a futómacska után. A futómacska mozgásában fellépő gyorsulásváltozások, illetve a fékezés további lengéseket indukálnak.

A teher mozgása során fellépő gyorsulások, lassulások, illetve irányváltások belengetik a függesztett terhet. Vizsgálatunk ez esetben a függősin-pályás darukra terjed ki, ezért itt a pálya irányváltása is szóba jöhet, ami tovább bonyolítja a lengésképet. Amikor a futómacska a pályán haladva eltér az egyenes iránytól - praktikusán íves pályaszakaszon halad – a teher az előzőek okán nem tudja azonnal követni a pálya vonalát.

További oka lehet még a kialakult lengéseknek, ha a teher tömegközéppontja nem esik a függesztési pont alá. Ezen kívül a légmozgások, illetve a pályaeegyenetlenségek is okozhatnak további lengéseket. A teherlengések megakadályozzák a kívánt célpozíció pontos elérését. Ezért kell minimálisra csökkenteni a lengéseket.

3. A teherlengések kialakulásának megakadályozása

Amennyiben meg tudjuk akadályozni a lengések kialakulását, akkor értelemszerűen nem kell tovább foglalkoznunk a probléma kezelésével.

A legegyszerűbb megoldás a teher, illetve a tehermegfogó készülék legmagasabb pozícióban történő mozgatása. Ha felemeljük a terhet a legmagasabb pozícióba, akkor a lengő rendszer karját - kötélnem, lánc - a legkisebbre állítjuk, így lesz a legkisebb a lengés amplitúdója, illetve a teher megállítását követően így lesz a legkisebb az esetlegesen mégis fellépő lengés lecsillapodásához szükséges idő. A teher füg-

gőleges mozgatása csak álló helyzetben, a lengések lecsillapodását követően történhet. Egyes alkalmazások esetében az így elérhető pontosság elegendő lehet. Ennél a megoldásnál számolnunk kell a pálya irányú mozgatót megelőző és azt követő teljes hosszon történő függőleges mozgás többlet időigényével.

Egy másik megoldás, ha fizikailag megakadályozzuk a lengések kialakulását. Ez történhet egy pótlólagos tehermegvezetés beépítésével, amely lehet például egy teleszkópos pozicionáló készülék, mely a futómacskához kerül felszerelésre. Ez a berendezés lehetővé teszi a teher felemelését és letételét, miközben gondoskodik a teher pozíciójának megtartásáról horizontális síkban a futómacskához képest.

Ugyancsak jó megoldás lehet, ha a terhet a futómacskához rögzített dokkolóba húzzuk a megemelt állapotban. Ez esetben az emelés álló helyzetben történik a dokkolásig. A letétel szintén álló helyzetben történik, azonban nem kell várni a teher lengésének csillapodására.

4. A teherlengések kezelése

Előfordulhat, hogy a szállított teher tömege miatt nem tudunk merev kapcsolatot létesíteni a teher és a futómacska között. A nagy tömegű teher mozgatása során tehetetlenségéből adódóan az íves szakaszokon erősen megterhelné a pályát, ami kerülendő. Ilyen esetben alkalmazhatunk csuklós kapcsolatot, melyet lengéscsillapítóval látunk el. A teher tehetetlenségéből eredő erőket rugókkal vetjük fel, melyek engedik ugyan az elmozdulást – ez esetben kilengést, – de az erő megszűntekor a lengéscsillapítóval egybeépített rugós szerkezet rövid idő alatt az alaphelyzetbe állítja vissza a terhet. Ezzel a megoldással jól kiegészíthetjük az előző fejezetben említett rögzítő berendezéseket. Ugyanakkor nem szabad elfelejtenünk, hogy egy általánosan elterjedt egyszerű függősin-pályás rendszert szeretnénk automatizálni, ügyelnünk kell tehát arra is, hogy a megoldás ne legyen gazdaságtalanul bonyolult és drága. Természetesen lehetőségünk van a már korábban is említett egyszerű megoldásra is, amikor is a teher letételi pontján megállítva a futómacskát megvárjuk amíg a lengések a kívánt szintre csökkennek és csak ezt követően tesszük le a terhet. Itt is meg kell azonban jegyeznünk, hogy ez jelentős idővesztéssel jár, ami az adott technológiánál nem biztos, hogy megengedhető.

5. A teherlengések csillapítása szabályozással

Egy kifinomultabb megoldás a teher mozgatásának szabályozásával történő lengéscsillapítás.

Ennek feltétele, hogy a futómacska mozgását szervomotoros hajtással valósítsuk meg. Ez esetben folyamatosan mérjük a teher horizontális elmozdulását a függesztési ponthoz képes és a teher pillanatnyi kilengésének függvényében állandó sebesség-korrekciót hajtunk végre. A mérést megvalósíthatjuk egy kamerával, mellyel felülről figyeljük a terhet. De gyorsulásmérők adatainak összevetéséből is számíthatjuk a futómacska, illetve a teher pozíció-eltérését pályairányban és arra merőleges függőleges síkban egyaránt.

A feladat a kilengés mérése nélkül is, a lengés matematikai modelljéből kiszámítható a mozgás sebessége az idő, vagy az út függvényében. Ez esetben ismernünk (mérnünk) kell a teher és a teheremelő

berendezés tömegét, a súlypont pozícióját, a felfüggesztés hosszát. Ez a módszer csak zárt térben alkalmazható, mivel a légmozgás (szél) hatásait nem tudja figyelembe venni.

Ez utóbbi két megoldás nagyfokú automatizáltságot feltételez (érzékelők, szervomotor, gyors kommunikáció a vezérlés és a végrehajtó egységek között). Ezen felül függősin-pályák esetében nem tudjuk egzakt módon kezelni a pálya irányváltásából adódó lengéseket, hiszen azok kilépnek a haladás iránya és a függőleges alkotta síkból. Ilyen irányban viszont nem tudjuk befolyásolni a mozgást.

6. Következtetések

Mindezen szempontok figyelembevételével és az általános kiépítettséget szem előtt tartva a következő módszer tűnik alkalmasnak a függősin-pályák teherlengés problémáinak kezelésére: Mivel a futómacska mozgatása általában nem fokozatmentesen állítható sebességű hajtással van megvalósítva, hanem egy, vagy két sebességfokozatú hajtással, nem tudjuk precízen szabályozni a mozgatót a lengések függvényében. A pálya irányváltásai miatt keletkező lengéseket sem tudjuk a hajtás szabályozásával kezelni.

Ezért a lengések minimalizálására a teher legmagasabb pozícióba történő emelése a legcélszerűbb. Ha a szállítandó teher alakja lehetővé teszi, akkor javasolt a felső pozícióban dokkoltatnia terhet. Ez a megoldás finomítható lengéscsillapítók felszerelésével. Ily módon a teher a lehető legkisebb lengéssel érkezik a célpozíció fölé és a pályatest terhelése sem lesz nagy. Amennyiben ezzel a módszerrel kezelhető mértékűre tudjuk csökkenteni a teherlengéseket, úgy a függősin-pályás daruk automatizálásához szükséges pozicionálási feladatok legkritikusabb problémáját megoldottuk.

Irodalom

- [1] Cselényi J., Illés B.: *Logisztikai rendszerek I. Tankönyv*, Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 2004
- [2] Horn P., Smolyaninov D.: *Lastpendeldämpfung bei automatisierten Kranen*, COMEC, Santa Clara, 2006
- [3] Tollár S., Illés B.: *A gyártási folyamatok anyagáramlási rendszerében alkalmazott függősin-pályák automatizálásának feladatai*, Manufacturing 2010, Budapest, 2010

Tollár Sándor, kutató

Munkahely: Miskolci Egyetem;
Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék
Cím: 3515 Hungary, Miskolc, Egyetemváros
Telefon: +3646565111-1752
E-mail: tollar.sandor@gmail.com

Prof. dr. Illés Béla, egyetemi tanár

Munkahely: Miskolci Egyetem;
Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék
Cím: 3515 Hungary, Miskolc, Egyetemváros
Telefon: +3646565111-1737
E-mail: altilles@uni-miskolc.hu