

Tároló és adagoló szerkezet tervezése kúpgörgős csapágyak gyártásához

Design of collecting and loading system for tapered roller bearings

P. BALSÁ¹, S. BODZÁS²

¹Debreceni Egyetem, balsa.peter@eng.unideb.hu

²Debreceni Egyetem, bodzassandor@eng.unideb.hu

Absztrakt: A FAG Magyarország Ipari Kft-től azt a feladatot kaptam, hogy tervezek egy új gépet, ami majd az új késztermék csomagoló munkahely központi elemeként, összegyűjti az elkészült, már összeszerelt csapágyakat, azokat zárt helyen tárolja és a kellő mennyiségben kiadagolja.

Abstract: My assignment was to design a new machine that would serve as a centerpiece of the package & assembly line, will collect the assembled bearings and place them in closed storage and dispenses them as necessary.

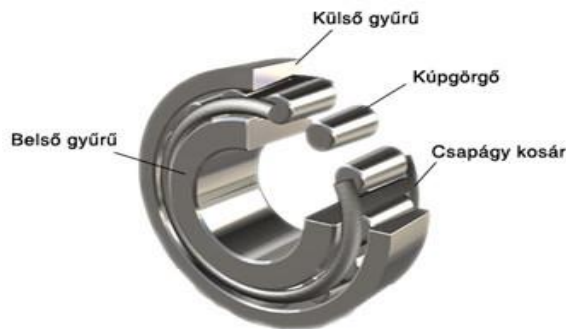
BEVEZETŐ

A Debreceni Egyetem Műszaki Kar gépészmérnöki alapképzési (B.Sc.) szakának nappali tagozatos hallgatója voltam gépjármű technikai szakirányon. Főiskolai tanulmányaim mellett a kúpgörgős csapágyak gyártására szakosodott FAG Magyarország Ipari Kft. debreceni üzemében, a központi folyamatmérnökségen dolgoztam ösztöndíjasként.

Azt a feladatot kaptam, hogy tervezek egy új gépet, ami majd az új késztermék csomagoló munkahely központi elemeként, összegyűjti az elkészült, már összeszerelt csapágyakat, azokat zárt helyen tárolja és a kellő mennyiségben kiadagolja.

1. A kúpörgős csapágyak rövid bemutatása

A kúpörgős csapágy a gördülőcsapágyak közé tartozik. A csapágyak fő feladata két szerkezeti elem (leggyakrabban egy tengely és egy ház) között, azok forgástengelyük körüli üzemszerű relatív elfordulása mellett, átadni a terelést. A gördülő csapágyaknál az elmozduló felületek között gördülőtestek (golyók, görgők) adják át a terhelést. [1]



1. ábra Kúpörgős csapágy felépítése (forrás: [5])

Azokat a gördülő csapágyakat nevezzük kúpörgős csapágyaknak (1. ábra), amelyek belső és külső gyűrűjének futópályája, valamint a köztük elhelyezkedő görgők palástja kúpos kialakításúak, így egy pontban metszik egymást a futópályák felületeinek meghosszabbításai [2]. Ezek a csapágyak nagy radiális és axiális terhelés egyidejű felvételére is alkalmasak, axiális erőt csak egy oldalról képesek felvenni, ezért a csapágyakat egymással szembefordítva, párosával szerelik be. [3]

A kúpörgős csapágy egy két szegéllyel, úgynevezett támfelülettel, rendelkező belső gyűrűből (rövidítve „IR” a német „Innenring” kifejezésből), egy szegély nélküli külső gyűrűből (rövidítve „AR” vagy „AU” a német „Aussenring” kifejezésből) és egy kúpörgő koszorúból áll. A kúpörgőket a kosár tartja egyben, továbbá ez rögzíti őket a belső gyűrűhöz is, így kapjuk meg az úgynevezett szerelt belső egységet, amiről a külső gyűrű leemelhető. [4]

A termék funkciója szempontjából fontos a gyűrűk gördülőpályája, mivel ezen a felületen érintkezik és gördül el a görgők palástja a gyűrűkön. Ezt a felületet úgy kell kialakítani, hogy a lehető legkisebb súrlódási tényezővel rendelkezzen, azaz a felületi érdessége a lehető legkisebb legyen, mivel az itt keletkező súrlódási veszteség nagymértékben rontja a csapágy hatásfokát. A másik lehetséges veszteségforrás a belső gyűrűn kialakított támfelületek, amik a görgők axiális megtámasztását biztosítják. A csapágy beszereléséhez szükséges felületek, a külső gyűrű palástja és a belső gyűrű furata. Továbbá a homlokfelületek, amiket gyűrűnként a felületük méretének megfelelően neveznek nagy és kis homlokfelületnek.

2. A tervezés menete

A géppel szemben támasztott követelmények felmérése után, a szerkezet tervezési folyamatát kezdtem el folyamatosan konzultálva a cég folyamatmérnökeivel. A fejlesztési munkálatok során több

verzió modelljét készítettem el háromdimenziós CAD szoftver segítségével. Az ezekből nyert tapasztalatok segítségével csináltam meg a prototípus terveit.

A prototípus elemeit legyártottuk majd összeszereltük, így lehetőségem nyílt a folyamatos tesztelésre. Majd a prototípust bevontuk az éles termelésbe. Az így szerzett tapasztalatok segítségével tudtam a szerkezet további fejlesztéséhez és optimalizálásához lehetőségeket kutatni.

Ezeket az ismereteket felhasználva készítettem el a szerkezet végleges verziójának modelljét.

2.1. A gépel szemben támasztott követelmények

A szerkezetet a kúpörgős csapágyakat gyártó cellák végére kell beépíteni, ahol a kész csapágyakat csomagolják. Az FAG folyamatmérnöksége a szerkezet főbb feladatait és követelményeit határozta meg. A szerkezetnek a kész csapágyak csomagolásig való tárolását, majd ezeknek a csomagoló személy számára való kiadagolását kell megoldania. Ezután megvitattuk a további igényeket, követelményeket. Továbbá, hogy a fő feladatok elvégzését milyen keretek között valósítsa meg a szerkezet. A csomagoló munkahelyen dolgozók véleményének kikérdezésével felmértem az ő igényeiket is. Ezen információk alapján összeírtam a szerkezettel szemben támasztott követelmények pontosított listáját.

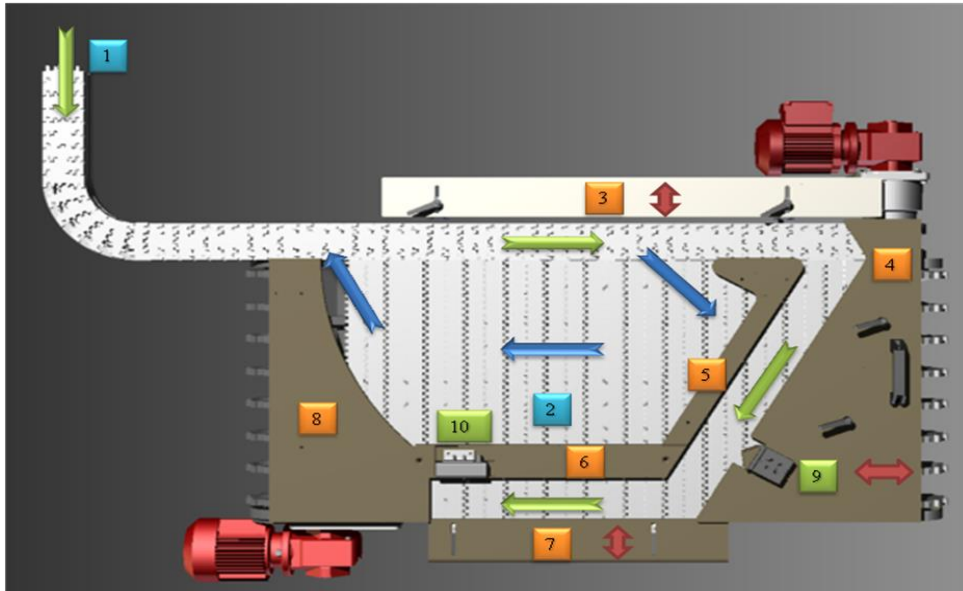
A szerkezettel szemben támasztott követelmények:

- 30 - 90 mm csapágy külső átmérotartományban legyen alkalmazható;
- legalább 40 darab csapágyat tudjon tárolni minden típusból;
- közvetlen csatlakoztatni lehessen az automata szerelde 85 mm széles vízszintes szállítószalagjához;
- a tároló része jól leburkolható legyen;
- a kiadagolás egy síkfelületű és könnyen hozzáférhető helyre történjen;
- a beállított csapágy mennyiséget maximum 10 másodperc alatt adagolja ki, így a csomagoló személynek nem kell várnia a csapágyakra, ha van belőlük tárolt mennyiség;
- a kiadagolt csapágy mennyiséget a csomagoló személy állíthassa 1-től 6 darabig;
- a lehető legkisebb helyszükségletű legyen;
- az új csomagoló munkahelyet köré lehessen építeni;
- a lehető legegyszerűbb felépítésű legyen.

2.2. A prototípus megtervezése

Az összegyűjtött információk alapján elkezdtem a szerkezet tervezését. A feladat megoldása során a működési elv kitalálásához előbb a feladatok elkülönítésével, és egyenkénti megoldásával kezdtem. Tehát, előbb több elvi megoldást terveztem meg a csapágyak tárolásának, majd az adagolás megvalósítására is. Az így elkészül vázlatokból a cég mérnökeinek segítségével kiválasztottuk az FAG számára legmegfelelőbb megoldásokat, és a két külön szerkezet „összeolvasztásával” hoztam létre a végleges koncepciót. Majd ebből készítettem el a prototípus terveit.

Ennek a szerkezetnek a működési elvét egy két ellentétes irányban szállító futószalag felülettel megoldott tároló és egy elektronikus, azaz számlálóval állítható adagoló működési elvének kombinációjával alakítottuk ki. Ez a tároló rendszer bizonyult a legjobb helykihasználásúnak és ez a szerkezet biztosított a legjobb alapot az új csomagoló munkahely létrehozásához. A számlálás megvalósításában a cég szakemberei egyértelműen az elektronikus megvalósítást preferálták.



2. ábra: A prototípus működése

A működési elv (2. ábra) szerint a gyártócella végén elhelyezkedő szerelde 85 mm széles kivezető szalagja (1) mellé van szerelve egy 600 mm széles szállító szalag (2). A két szállítófelület egymással ellentétes irányba halad. A csapágyak a csomagoló felületig a zöld nyíllal jelzett pályán haladnak. A szerelde szalagját a külső korlát (3) elnevezésű lemezzel lehet, a piros nyíl irányába, átmérőre állítani. A készterméket a széles szalagra az átterelő lemez (4) tereli, aminek a piros nyíllal jelzett irányban módosítható helyzetével átmérőre állítható a vezetőcsatorna. Ez az átterelő lemez és vezető lemez (5) között található. A vezető lemez tereli a csapágyakat a szalag haladási irányával 60°-os szögben az adagoló felület felé.

Az átterelő lemezre szerelt számlálós adagoló elfordulás ellen védett pneumatikus munkahengere (9) megállítja a csapágyakat, amint a fölé szerelt induktív érzékelővel megszámlolt átengedett csapágy mennyiség megegyezik a csomagoló személy által megadottal.

Azaz a munkahenger már csak a megfelelő darabszámot engedte tovább a csomagoló felületre, ahonnan a késztermék egy utolsó méréssorozat után csomagolásra kerül. Ezt a felületet a tároló felülettől a belső korlát (6) választja el. Ezen a korláton van elhelyezve a kiürítést jelző induktív érzékelő (10). Ez jelet ad, amint az első csapágy a csomagoló felület végéhez ér, ha elcsomagolják az érzékelési tartományából az összes gyártmányt megszünteti a jelet. Ekkor a vezérlőegység visszahúzza a munkahengert, ami ismét átengedi a beállított darabszámú csapágyat.

A tároló részbe akkor jutnak a csapágyak, ha a csomagolás hiánya, vagy lassúsága miatt a csapágyak feltorlódnak a szereldei szalag felületén a vezető lemez végéig, azaz addig, amíg egybenyílik a két szalag. Az egyes sorba felsorakozott csapágyakra továbbra is hat a folyamatosan üzemelő

szállítószalag tolóereje, de további egyenes haladásukat gátolja az előttük feltorlódott csapágyosor. Így már csak egymás palástfelületén elgördülve oldalirányba tudnak elmozdulni, azonban ezt az egyik oldalról a külső korlát gátolja. Egyetlen lehetőségként csak a tároló felületre tudnak átjutni, ahol a kék nyíllal jelölt pályát járják be. Tehát a „kibicsaklott” csapágyak a szereldei szalagon lévőkhöz képest ellentétes irányban haladva elérik a visszaterelő lemezt (8), ez zárja le a csomagoló felületet is. Itt a lemez ívét úgy alakítottam ki, hogy a visszaterelés sebessége alacsony legyen a szalagsebességhez képest. Ehhez egy aránylag nagy sugarú körívből alakítottam ki a vezetőfelületet, ami a szereldei szalaggal való találkozásánál majdnem merőleges arra. Ezért a visszaterelt csapágyak nem tudják lefékezni a szereldei szalagon érkezőket, és csak akkor tudnak visszajutni a szereldei kivezető szalagjára, ha ott épp nincs csapágy. Ha a visszaterelésük még nem lehetséges például, ha végig áll a szalagon a csapágyosor, a tároló felületet feltöltik a gyártmányok.

2.3. A prototípus tesztelése

A terveket az FAG folyamatmérnökségén elfogadták. Árajánlatot kértek a lehetséges beszállítóktól, és a legalacsonyabb költségekkel dolgozó cégtől megrendelték a prototípust.

Miután minden alkatrész megérkezett és egy külsős cég felprogramozta a csomagoló munkahelyhez tartozó vezérlő egységet megkezdhettük az összeszerelést. Először az állvány összeszerelésével kezdtük, mivel megérkezett a csomagoló munkahely szerkezetének váza is, amit a tároló és adagoló szerkezet állványára szereltek. Ezután felszereltük a műanyag terelőlapokat, az összes olyan helyen ahol bármiféle állítás végezhető pillangó csavarokat alkalmaztunk. Amikor elkészültünk a gép és a csomagoló munkahely már megérkezett elemeinek összeszerelésével elkezdhettük a tesztelést.

A tesztelés folyamat során (3. ábra) a gép az elvárt módon működött. A csapágyak a megfelelő módon terelődtek és gyűltek össze a kijelölt helyeken.



3. ábra az összeszerelt prototípus 50 mm-es palástátmérőjű kúpgörgős csapágyal feltett tároló rész

A tesztek során két jellemző átmérőjű csapágytípust használtunk, egy 50 és egy 90 mm palástátmérőjűt. A következő megállapításokat tettük:

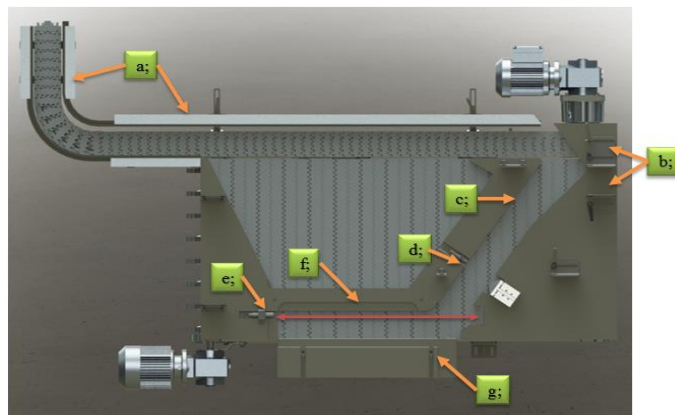
- az 50 mm-es csapágyból 170 darabot, míg a 90 mm-es csapágyból 73 darabot képes a szerkezet tárolni;

- ez a szerelde legalacsonyabb töltési idejével, ami 6 másodperc/darab, a kisebb munkadarabnál 17 perc, míg a nagyobbánál 7 perc 17 másodperc, tehát a csomagoló személy ennyi ideig hagyhatja magára a gépet;
- a kifutási idő, azaz a teljes tárolóterület kiadagolásához szükséges idő, mindkét esetben 5 perc volt;
- ami az 50 mm átmérőjű csapágnál 1,8 másodperc jutott egy darabra, tehát, ha 5 darabosával csomagolnak 8,8 másodperc jut egy adagra.

A mért eredmények felülmúlták az elvárásokat. A tesztelés és az új cella beüzemelése után elkezdődött a gyártás és így tanulmányozhattam, hogyan tudják használni a tároló és adagoló szerkezetet valós gyártási körülmények között. Ezt a megfigyelést két hétig végeztem. Ez idő alatt 70 000 darab 90 mm átmérőjű kúpörgős csapágyat gyártottak és csomagoltak be ebben a cellában. A vizsgálat közben rendszeresen konzultáltam a csomagolást végző személyekkel, a szereldei dolgozóval és a cég mérnökeivel, továbbá a szerelde és a csomagoló asztal tábláira olyan plakátokat helyeztem, amikre az ott dolgozók felírhatták a géppel kapcsolatos problémáikat, észrevételeiket. Ezzel lehetőségem nyílt a lehetséges fejlesztési potenciálok keresésére.

2.4. A végleges verzió megtervezése

Ezeket az információkat figyelembe véve megcsináltam a végleges verzió terveit, ami a következő módosításokat (4. ábra) tartalmazza:



4. ábra A végleges változat módosításai

a) A szereldével való összekötést standard alumínium szerkezeti profilok alkalmazásával oldottam meg úgy, hogy a vezető felületen egy külön ehhez a profilhoz tervezett műanyag betétet alkalmaztam. Ez a betét szalag 90°-os elfordulását biztosító íven nincs megvezetve a tartóprofilok által, így itt el tud hajlani a hátsó korlát átmérőre állításnak megfelelően. Továbbá ezzel megnöveltem a hátsó korlát vezető felületét is, amivel meggátoltam a külső gyűrűk felfutása.

b) Az eddigi egy darabból álló átterelő lemezt kettéosztottam az átterelés és a vezetés-adagolás feladatköreinek megfelelően. Továbbá több felfogatósi pontot terveztem ezeken a lemezeken így gátolva meg az elfordulásukat.

c) A csapályák gyorsabb haladása érdekében a terelőlemezek szögét a széles szalag haladási irányvektorához képest 5° -kal csökkentettem.

d) A számlálást végző hengeres indukciós érzékelőnek az egyik lemezben, egy mart horony segítségével, megfelelő helyet alakítottam ki.

e) A számláló alaphelyzetbe állítására egy optikai érzékelő – prizma párt alkalmaztam, ami így lefedte az adagoló felület teljes hosszát, és átmérő állításnál sem kell változtatni a pozícióját.

f) A csapályák felvételének ergonómiai optimalizációja érdekében, az adagoló terület körül bemarásokat terveztem a terelőlemezekre.

g) Az elülső korlátnál eltávolítottam a csomagolás útjából az átmérő állításhoz használt gyorsrögzítőket, úgy hogy azt alulról rögzíthetővé alakítottam.

A kész modellt (5. ábra) bemutattam az FAG folyamatmérnökeinek és a cég vezetőségének. A szerkezet terveit elfogadták és standard megoldásnak nyilvánították. Ez azt jelenti, hogy az összes jelenlegi és jövőbeni csomagoló munkahelynél, azaz több mint 20 helyen, alkalmazni fogják.



5. ábra A végleges modell

3. Elért eredmények

Az FAG Magyarország Ipari Kft. debreceni üzemében elvégzett feladatom során terveztem egy a kész csapályák csomagolását segítő berendezést, azaz a tároló és adagoló szerkezetet.

A 2015 decemberében beüzemelésre kerülő gyártócellához már a végleges verzió tervei alapján fogják legyártatni ezt a gépet. Továbbá 2016 első felében, beépítik ezt a gépet az összes eddigi szereldébe. Ami több mint 20 darabot jelent.

A prototípust átalakítottam az így elkészült végleges verzióknak megfelelően, így az a szerkezet már rendszeresítve részt vesz a termelésben. Ennek a gépnek a segítségével a TDK dolgozatom megírásáig (2015.11.02.) már több mint 150 000 csapályát csomagoltak be.

4. Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondok Dr. Bodzás Sándor belső konzulensemnek, hogy lehetőséget biztosított munkám sikeres elvégzéséhez és dolgozatom megírásához. Továbbá köszönöm segítőkész támogatását és dolgozatom alapos és kritikus átnézését.

Köszönetemet fejezem ki az FAG Magyarország Ipari Kft-nek, hogy lehetőséget biztosított számomra a dolgozatom elkészítésére.

Köszönetet mondok Dr. Czégé Levente külsős konzulensemnek, aki nélkülözhetetlen szakmai tanácsaival, önzetlen támogatásával alapvetően hozzájárult szakmai fejlődésemhez és sikeres munkámhoz.

Hálás vagyok Barbócz Istvánnak, Erdei Gábornak és Oláh Szabolcsnak hasznos szakmai tanácsaikért és segítőkészségükért, továbbá a tervezési munkálatok során nyújtott segítségükért.

Hivatkozások

[1] Szendrő Péter (szerk.): Gépelemek - Bp.: Mezőgazda Kiadó., 2007. - ISBN 978-963-286-645-1 – Oldalszám: 759

[2] Szabó István: Gépelemek – Bp.: Tankönyvmester Kiadó., 2000. – ISBN 963-9668-02-8 – Oldalszám: 272

[3] Horváth Pál: Kúpgörgőscsapágy Termékvonal Információ és történeti összefoglaló – Db.: FAG – Schaeffler AG., 2006. (FAG Belső anyag) – Oldalszám: 48

[4] Szabó István: Gépelemek – Bp.: Tankönyvmester Kiadó., 2000. – ISBN 963-9668-02-8 – Oldalszám: 272

[5] csapagy.hu <http://www.csapagy.hu/kupgorgos-csapagy-akcio-webaruhazunkban-66>

Letöltés dátuma: 2015.10.26.