

MISKOLCI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR



KÜLSŐ CSILLAGKEREKES GÖRGŐS SZABADONFUTÓK ELEMZÉSE

PHD ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

KÉSZÍTETTE:

Bihari Zoltán
okl. gépészmérnök

SÁLYI ISTVÁN GÉPÉSZETI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA
GÉPEK ÉS SZERKEZETEK TERVEZÉSE TÉMATERÜLET
GÉPEK ÉS ELEMEIK TERVEZÉSE TÉMACSOPORT

DOKTORI ISKOLA VEZETŐ:

Dr. Tisza Miklós
egyetemi tanár

TÉMACSOPORT VEZETŐ:

Dr. Döbröczöni Ádám
egyetemi tanár

TÉMAVEZETŐ:

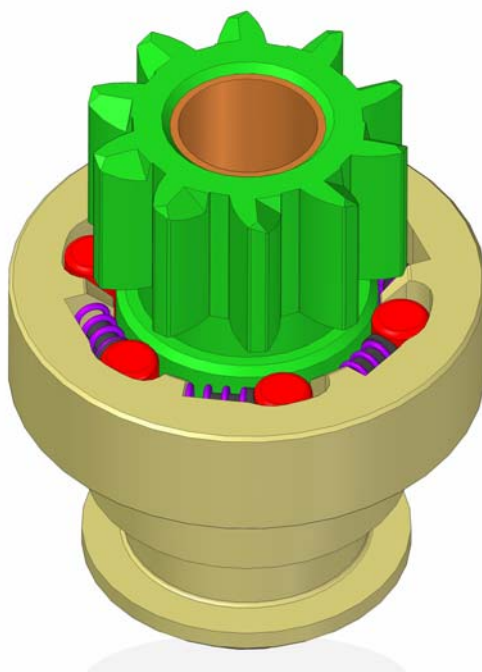
Dr. Szente József
egyetemi docens

MISKOLC, 2013.

Bihari Zoltán

KÜLSŐ CSILLAGKEREKES GÖRGŐS SZABADONFUTÓK ELEMZÉSE

Doktori (PhD) értekezés



Miskolc, 2013.

Bíráló bizottság

elnök: **Dr. Tisza Miklós**

DSc, egyetemi tanár, Miskolci Egyetem

titkár: **Dr. Takács György**

PhD, egyetemi docens, Miskolci Egyetem

tagok: **Dr. Kozma Mihály**

CSc, egyetemi tanár, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Dr. Kundrák János

DSc, egyetemi tanár, Miskolci Egyetem

Dr. Ecsedi István

DSc, egyetemi tanár, Miskolci Egyetem

Hivatalos bírálók

Prof. Dr. Ing. Dr. h.c. Sándor Vajna

tanszékvezető egyetemi tanár, Otto von Guericke Universität, Magdeburg

Dr. Jálícs Károly

*PhD, kísérleti laborvezető, Kompetenzzentrum Das virtuelle Fahrzeug
Forschungsgesellschaft mbH. (ViF), Graz*

Tartalomjegyzék

<i>Bevezetés</i>	4
<i>Az értekezés célkitűzése és eredményei</i>	4
<i>Továbbfejlesztési lehetőségek</i>	7
<i>Az új tudományos eredmények összefoglalása</i>	8
<i>Idegen nyelvű összefoglaló</i>	9
<i>Publikációk és elhangzott előadások az értekezés témájában</i>	10
<i>Az értekezéshez kapcsolódó irodalomjegyzék</i>	13
<i>Kapcsolódó weblapok</i>	15

Bevezetés

Az értekezés előzménye egy ipari megkeresés, illetve szerződéskötés, amely a Remy Automotive Hungary Kft. Felújító Divízió és a Miskolci Egyetem Gépelemek Tanszéke között jött létre. A fent nevezett vállalat megbízásában egy kutatás-fejlesztési feladat szerepelt, melynek célja gépjármű indítómotorok szabadonfutó tengelykapcsolóinak minősítésére alkalmas módszer kidolgozása volt.

A Remy Automotive Hungary Kft. Felújító Divízió miskolci székhelyű vállalata alapvetően két területre szakosodott. A cég egyik gyáregysége használt gépjármű generátorok, másik része pedig használt gépjármű indítómotorok felújításával foglalkozik. A céljuk olyan technológia kidolgozása és alkalmazása, amellyel a már forgalomból kivont gépjárművekből kiszerezett generátorok és indítómotorok költséghatékonyan és környezetbarát módon ismét beépítésre és használatba kerülhetnek. Ehhez minden rendelkezésre álló erőforrást megpróbálnak felhasználni. Az ideális cél a hulladékmentes újrahasznosítás, amelyet természetesen csak egyre jobban közelíteni lehet a mind fejlettebb technológia és felhalmozott tudástár által.

A feladat, mellyel a vállalat a Miskolci Egyetem Gépelemek Tanszékét (ma Gép- és Terméktervezési Tanszék) megbízta, a kitűzött célhoz vezető út egy kis lépcsője. Amennyiben az indítómotorok egyik részegységének, a görgős szabadonfutók – más néven bendixek – működésének elemzésével sikerülne egy olyan vizsgálati módszert kidolgozni, amely alkalmas ezen egységek minősítésére, akkor a felújítási folyamatot esetleg egyszerűbbé lehetne tenni olyan módon, hogy a megvizsgált és megfelelőnek ítélt szerkezetek egy külső tisztítást követően azonnal az összeszerelő részlegbe jussanak. Tekintettel arra, hogy a gépjármű szabadonfutók roncsolás-mentesen nem szelhetők szét, a vizsgálati eljárástól is elvárható ugyanennek a feltételnek a teljesülése. A módszer megkívánja, hogy a forgásirány-kapcsoló tengelykapcsolók típusait, azok működési elveit, kialakításukat és tulajdonságaikat is részletesen elemezzük.

A forgásirány kapcsoló tengelykapcsolók csoportosítását követően, az értekezés további részében a vizsgálat tárgyát a külső csillagkerekű görgős szabadonfutók képezik. A témaválasztást az indokolta, hogy a gépjárműiparban néhány kivételtől eltekintve ilyen típusú szerkezetet használnak. A mérésorozat elvégzéséhez komoly segítséget nyújtott a Remy Automotive Hungary Kft. Felújító Divízió, biztosítva a megfelelő számú próbadarabot.

Az értekezés célkitűzése és eredményei

A gépjármű indítómotorok feladata az, hogy a belsőégésű motort az indításhoz szükséges fordulatszámmal megforgassák. A hajtás egyik eleme egy forgásirány-kapcsoló tengelykapcsoló. Ennek az a feladata, hogy a nyomatékot a hajtott oldalra továbbítsa, a hajtott oldalt megforgassa, majd a belsőégésű motor beindulását követően, amikor a hajtott oldal fordulatszáma meghaladja a hajtóét, oldja a kapcsolatot.

Forgásirány-kapcsolón olyan tengelykapcsolót értünk, amelyik csak az egyik forgásirányban tud nyomatékot, illetve mozgást továbbítani, az elemek összekapcsolását, ill. szétválasztását automatikusan végzi. A tengelykapcsoló kétféle üzemi állapota: a kapcsolás és a szabadonfutás. A kapcsolás állapotában a tengelykapcsoló hajtó és hajtott eleme ugyanakkora fordulatszámmal forog. A szabadonfutásra az a jellemző, hogy a hajtó oldal fordulatszáma alacsonyabb a hajtótnál. A két működési állapot közötti átmeneteket zárásnak, ill. nyitásnak nevezik.

Az értekezésben 8 fejezetben keresek válaszokat azokra a kérdésekre, amelyeket a hozzáférhető szakirodalmak nem részleteznek kellőképpen. Mivel a külső csillagkerekű görgős szabadonfutók szerkezeti kialakítása és geometriája meghatározza a működés paramétereit, így feltétlen szükségessé vált a kapcsolódó felületek pontos matematikai leírása. A vizsgálatok kiterjedtek annak kiderítésére, hogy egy tetszőleges, a gépjárműiparban alkalmazott szabadonfutó csillagkerekének profilja milyen görbével írható le a legpontosabban, illetve feltételezve a logaritmikus spirális, hogyan rekonstruálható ez a profilgörbe.

A feladat elvégzéséhez szükség volt a tetszőlegesen választott szabadonfutó külső csillagkerék profilpontjainak egy x - y koordináta-rendszerbeli ismeretére. A vizsgálat külön kitér ezen pontok felvételének lehetőségeire, értékelve azok pontosságát és a mérés reprodukálhatóságát. Precíz megoldást a Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékén lévő DEA-IOTA 0102, portál típusú 3D-s mérőberendezés jelentett. Ez a piezoelektromos elven működő eszköz tetszőleges sűrűséggel képes letapogatni a vizsgált felületet, és végeredményként a mért pontok x, y, z koordinátáit szolgáltatja. Így a kérdéses görbe matematikai leírása lehetővé vált. Kidolgozásra került egy olyan fél-automatizált, CAD rendszeren alapuló módszer, amely segítségével ismeretlen profilú szabadonfutók rekonstruálhatók. A meghatározott összefüggések alkalmazásával igazolhatóvá vált a működés feltétele, valamint az eredmények a további vizsgálatok alapjául szolgáltak.

A további elemzések a szerkezetbe épített rugók szerepét kutatják. A cél annak kiderítése volt, hogy a szerkezetbe épített rugóknak van-e valamilyen egyéb, eddig rejtett szerepük a biztonságos működés szempontjából, illetve a szerkezetet egyszerűbbé téve van-e lehetőség rugó nélküli változat alkalmazására. Ennek eredményeképpen a rugók egyik rejtett funkciójára is fény derült, amely szerint az általuk kifejtett közel állandó és közel azonos rugóerő biztosítja a külső és belső gyűrű viszonylagos egytengelyűségét. Az értekezésben választ adunk arra a kérdésre is, hogy a görgős szabadonfutók miért nem tekinthetők – a hasonló kialakítás ellenére sem – csapágyaknak.

A görgős szabadonfutók profilgörbéjének matematikai leírása lehetőséget teremtett arra, hogy a szerkezet működése közben fellépő erőket, valamint az ebből származó érintkezési feszültségeket pontosan meghatározzuk. Ezzel lehetőség nyílt egy ismeretlen paraméterekkel rendelkező, külső csillagkerekű görgős szabadonfutó terheltségének meghatározására, illetve szilárdsági ellenőrzésére. Az értekezés részletesen kitér a tönkremenetel lehetséges formáira. Megállapítást nyert, hogy a külső csillagkerekű görgős szabadonfutók a viszonylag hosszú idő alatt bekövetkező intenzív kopás miatti méretcsökkenést leszámítva, csak az ún. durva hibák miatt csúszhatnak meg. Durva hibán a túlterhelést, az erősen szennyezett környezetben való alkalmazást, a túlmelegedést értjük.

A vizsgálatok tanúsága szerint, a működés közben fellépő erők ismeretében – adott geometria esetén – meghatározható egy maximálisan megengedett határfordulatszám, amely a megcsúszás határhelyzetét jelenti. Ezt a szabadonfutó tervezésénél feltétlenül ellenőrizni kell. Amennyiben ez a tervezési feltételek között nem szerepel, a fellépő centrifugális erő a görgőket kifordíthatja a kapcsolódási pozíciójukból, megszüntetve a kapcsolatot a belső gyűrűvel. Ekkor az ún. akadozva csúszás jelensége játszódik le, amely a folyamatos nyomtatékátvitelt már nem tudja megfelelően biztosítani. Hosszabb ideig ez az üzem a szerkezet egyes elemeinek kifáradását okozhatja.

Az előzőekben részletezett vizsgálatok alapján kimutattam, hogy a görgős szabadonfutók külső csillagkerekének profilgörbéje logaritmikus spirális. Ennek a görbének az a tulajdonsága, hogy bármely pontban az érintő szöge állandó. Az elemzés során

kiderült, hogy ez a tulajdonság ugyanakkor nem jelenti a működést meghatározó zárószög állandóságát. A zárószög, illetve a kapcsolószög kis mértékben változik attól függően, hogy melyik ponton történik a kapcsolódás. A működési alapfeltételből kiindulva, miszerint a zárószög és a súrlódási tényező viszonya határozza meg azt, hogy a kapcsoló megfelelően el tudja-e látni a feladatát, az értekezés 6. fejezetében egy olyan görbe matematikai leírását részletezem, amelynél biztosított a zárószög állandósága bármely kapcsolódási pontban. Az így leírt görbe további előnye az állandó zárószög mellett, hogy nem jelent semmilyen többlet gyártási nehézséget, illetve költséget az eredeti, szakirodalomban is ismert logaritmikus spirálhoz képest.

Az értekezés 7. fejezetében egy koncepcionális tervezés lépései alapján egy megvalósult mérő berendezés készült, illetve kidolgoztam azt a mérési módszert, amely alkalmas a külső csillagkerekű görgős szabadonfutók minősítésére. A tervezés fő koncepciója egy olyan mérőgép fejlesztése volt, amelynek hajtóegysége által generált rezgés nem, vagy csak elhanyagolható mértékben zavarja a vizsgált szabadonfutót, illetve a szabadonfutók cseréje gyorsan és precízen megvalósítható, biztosítva a mérés reprodukálhatóságát. Ennek érdekében az értekezésben a rezgésszigetelés lehetőségeire, kérdéseire is ki kellett térni. A berendezés megépítése több lépésben történt. A tesztmérések eredményeit felhasználva több alkalommal módosítottam a szerkezetet.

A további vizsgálatok két szálon futottak. Kapcsolatot kerestünk egyrészt a szabadonfutó állapota, valamint a szabadonfutás üzemben kialakult rezgés, másrészt a szabadonfutó állapota és a súrlódó nyomaték között. Az elemzés eredménye egy olyan eljárás kidolgozása volt, amely lehetőséget biztosít arra, hogy a szerkezetek aktuális állapota szétszerelés nélkül is meghatározható legyen. Ez azért lényeges, mert a szétszerelés csak roncsolásos megmunkálással lehetséges. A rezgésmérés során a mért szabadonfutók közül egyértelműen sikerült kiszűrni azokat, amelyek károsodása már olyan mértékű volt, amely a biztonságos üzemet nem képes biztosítani. A túlságosan magas rezgés gyorsulás-szint nagyfokú szennyezettségre utalt. A tisztítást és kenőanyag cserét követően a gyorsulásszint értékek drasztikus csökkenését lehetett tapasztalni. A vizsgálat másik vonala a súrlódó nyomaték mérése volt. Erre vonatkozóan két mérősorozat történt. Egyrészt megmértem a súrlódó nyomatékot egy mechanikus elven működő, egyszerű berendezéssel, melyet a villamos elven történő mérősorozat, illetve számítás követett. A két mérés eredménye jó egyezést mutatott. A vizsgálatok kimutatták, hogy szoros kapcsolat van a szabadonfutó állapota, valamint a nyitás irányban megforgatott szabadonfutó súrlódási nyomatéka között. A súrlódó nyomaték nagy értéke szennyezett kenőanyagra, erősen kopott elemekre utalt, a kis értékek pedig a megrepedt csillagkerék, valamint a rugó kilágyulását jelentették. A mérések eredményei az értekezés mellékleteiben táblázatos formában és diagramokban szerepelnek.

Tovább lépés lehetőségei

Az értekezésben 8 fejezeten keresztül megvizsgáltuk a külső csillagkerekű görgős szabadonfutók geometriáját, javaslatot tettünk egy, a működés feltételének jobban megfelelő görbére, megvizsgáltuk a szerkezetbe épített rugók szerepét, és mérésrel igazoltuk, hogy a valós darabok károsodása, illetve a kenőanyag szennyezettsége kapcsolatban van a nyitás irányban megforgatott szabadonfutó által gerjesztett rezgéssel. A súrlódó nyomaték mérésrel történt meghatározása lehetőséget teremtett a súrlódási tényező számítására, ellenőrizve a működési feltételt. A vizsgálatok további irányát és lehetőségeit a következő pontokban ismertetjük.

- *Érdeemes volna a geometriai vizsgálatokat más típusú szabadonfutókra is kiterjeszteni, például a belső csillagkerekű típusra, megkeresve az ideális görbe egyenletét, melynél a zárószög állandósága biztosított.*
- *A rezgésmérő berendezés továbbfejlesztésével, illetve finomhangolásával, a meghajtó egység által gerjesztett zavaró rezgések további csökkentése révén tisztább képet kaphatunk a szabadonfutó súrlódási zajáról. Ezt követően indokolt lenne a tercsávós elemzés helyett a valós idejű FFT alkalmazása. Így a frekvenciaelemzéssel a szabadonfutók megfelelőségi határai pontosabban meghatározhatók.*
- *Érdeemes lenne a kenőanyaggal is foglalkozni, annak minőségével és mennyiségével. Jelenleg a szabadonfutókat – gördülőcsapágy analógia alapján – 30 %-ig töltik kenőzsírral. Mivel a folyadéksúrlódási állapot lehetősége kizárható a szerkezet működése közben, a határréteg-súrlódási állapothoz pedig minimális kenőanyag is elegendő, kísérletileg meg lehetne határozni a biztonságos működéshez minimálisan szükséges kenőanyag mennyiségét. Ehhez a valóságos működési állapotot szimuláló fárasztó berendezés tervezése és megépítése szükséges.*
- *A mérés elvégzéséhez kapott szabadonfutók körülbelül negyedénél a meghibásodás oka a csillagkerék repedése volt. Ezt a durva hibák közé soroltuk. Mivel szinte minden egyes megvizsgált darabon azonos helyen volt tapasztalható ez a rendellenesség, mindenképpen hasznos lenne végelelemes módszerrel meghatározni a hiba okát, és javaslatot tenni a csillagkerék geometriájának módosítására.*

Új tudományos eredmények

- T1.: *Módszert dolgoztam ki, amely alkalmas a külső csillagkerekű görgős szabadonfutók profilgörbéjének mérési pontokon és valamely CAD rendszer lehetőségein alapuló matematikai meghatározására.*
A módszer elsősorban az újrahasonosítás során felújított szabadonfutóknál használható, az összetartozó agy és görgő méretek meghatározására.
Az előállított görbe egyenlet felhasználható az elemek szilárdsági méretezésénél, a szabadonfutó teherbírásának meghatározásához. ([1]; [2]; [5]; [6]; [7]; [8]; [9].)
- T2.: *Megvizsgáltam a külső csillagkerekű görgős szabadonfutókba épített rugók szerepét. Eszerint a rugók által kifejtett közel állandó és közel azonos rugóerő biztosítja a külső és belső gyűrű viszonylagos egytengelyűségét.*
A rugók károsodása (törés, kilágyulás) esetén az agy központosságát a görgők véletlenszerű elhelyezkedése adja. Ennek eredménye az agy excentricitása, amely a fogaskerékpár kapcsolódása során a tengelytáv és a foghézag ciklikus változását okozza, amiből befeszülés, fogtörés adódhat. ([10]; [17].)
- T3.: *Feltérképeztem a külső csillagkerekű görgős szabadonfutók tönkremenetelének lehetséges formáit, részletezve azok okait.*
Meghatároztam a külső csillagkerekű görgős szabadonfutók esetében azt a kritikus fordulatszámot, amely alatt a centrifugális erő nem okozza a szerkezet megcsúszását.
Belsőégésű motorok esetében az indítási fordulatszám jóval alatta marad a meghatározható kritikus fordulatszámnak, így a centrifugális erő hatása a szerkezet méretezésekor elhanyagolható. ([11]; [15]; [17].)
- T4.: *A görgős szabadonfutók csillagkerekére vonatkozóan értelmeztem és meghatároztam egy ún. ideális profilt, amely a görgők méretszórása és kopása esetén is állandó zárószöget, és ezzel megbízható működést biztosít.*
Megállapítottam, hogy az ideális profil megvalósításához a görgők középpontjának logaritmikus spirálison kell elhelyezkednie.
Az ideális profil és a logaritmikus spirális alakú csillagkerék egybevetése alapján meghatározható az optimális paraméterekkel rendelkező logaritmikus spirális, amelynél a kapcsolószög (zárószög) változása a legkisebb mértékű. ([3]; [12]; [13]; [14].)
- T5.: *A rezgésméréssel kimutatható, hogy van kapcsolat a nyitás irányban megforgatott szabadonfutó rezgése és a károsodás mértéke között.*
Létezik olyan rezgésgyorsulás-szint tartomány, amelyen belül a szabadonfutók állapota megfelelőnek mondható.
A kérdéses tartomány határait nagy számú mérések során, iteratív úton lehet meghatározni.
A rezgésgyorsulás-szint kiugróan magas értéke a kenőanyag olyan mértékű szennyeződésére utal, amely már nem tudja megfelelően ellátni feladatát, nyitás üzemmódban intenzív hőfejlődés várható.
Nagyon alacsony rezgésgyorsulás-szint értékek a házban kialakult repedésre vagy kilágyult rugókra utaló jeleket közvetítenek. ([18]; [19].)

Summary

The task of the starter motors is to rotate the combustion engines to the necessary rotational speed. An element of the starter motor mechanism is a free running clutch. It has two functions. The first one is the torque transmission from the driving member to the driven shaft and to speed up the combustion engine. The other function is to disconnect the elements, when the combustion engine has already turned over and the driven shaft rotates faster than the driver.

The free running clutch is a clutch, which can transmit torque and motion only in one direction of rotation. The elements are connected and separated automatically. The clutch has two operating states: connecting and free running. During connecting operation the driving and driven elements of the clutch have the same rotational speed. The property of the free running is that the rotational speed of the driving side is lower than the driven. The two operating states are called closing and opening ones.

In the dissertation there is a chapter, which presents the forces generated in the structure. We have introduced the effects of the spring and the centrifugal forces. We have confirmed that there is a rotational speed limit. It is the condition of the safe operation. The rotational speed limit is represented in a diagram in the case of a real free running clutch. If the centrifugal force compensates the effect of the spring force, the structure may slide and it is not able to perform its task. Analysing the operation of the roller freewheels with outer starwheel, we have dealt with the contact problem between the roller, the hub and the housing. We have determined the maximum allowed torque for a real free running clutch, using the Hertz theory of stress.

We have presented a method which can be applied for the determination of the shape of the profile curve for the starwheel. This method makes possible to reconstruct the unknown free running clutches.

After it our goal was to find out, whether the built-in springs have another hidden functions for the safe operation. We would have liked to know, whether there is any possibility to use this mechanism without springs. During the investigation it was found that the springs provide single-axis between the outer ring and the inner ring when there is no rolling or sliding bearing built in the structure.

In the dissertation the operation and geometry of the roller freewheels have been reviewed, its load capacity have been investigated, and the condition of the geometry providing the constant wedge angle have been determined.

After the theoretical analysis we have made some measurements. For this we had to design a special measuring machine. The main advantage of this equipment is, that its driver unit does not generate any vibration, which would effect on the investigated freewheels. A large number of studies have proved, that there is a connection between the damage of the freewheels and the friction vibration. The measured friction torque corresponds well with this practice. We have summarized the results of our investigations in tables and diagrams.

Publikációk és elhangzott előadások az értekezés témájában

- [1] **Cím:** Szabadonfutó tengelykapcsolók vizsgálata
Szerzők: Bihari Z., Szente J.
Megjelent: Gép c. folyóirat LVI. évfolyam, 11-12. számában (lektorált)
Előadva: Géptervezők és Termékfejlesztők XXI. Országos Szemináriuma
Dátum: Miskolc, 2005. november 10-11.
- [2] **Cím:** Gépjármű indítómotorok szabadonfutó tengelykapcsolóinak geometriai rekonstrukciója
Szerzők: Bihari Z.
Megjelent: OGÉT – 2008. Konferencia kiadványa (lektorált)
Előadva: -
Dátum: Brassó, 2008. április
- [3] **Cím:** Az állandó zárószög feltétele görgős szabadonfutóknál
Szerzők: Bihari Z., Szente J.
Megjelent: Gép c. folyóirat LXI. évfolyam, 2010/9-10 szám, 11-13. oldal. (lektorált)
Előadva: Géptervezők és Termékfejlesztők XXVI. Szemináriuma
Dátum: Miskolc, 2010. november 11-12.
- [4] **Cím:** Forgásirány kapcsoló tengelykapcsolók elemzése
Szerzők: Bihari Z., Szente J.
Megjelent: XVI. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa 37-40. oldal (nem lektorált)
Előadva: -
Dátum: Kolozsvár, 2011. március 24 - 25.
- [5] **Cím:** Investigation of roller freewheels used in engine starter motors
Szerzők: Bihari Z., Szente J.
Megjelent: XXV. microCAD International Scientific Conference 2011, p. 1-7. (angol nyelven) (lektorált)
Előadva: XXV. microCAD International Scientific Conference, Section of Machine and Construction Design
Dátum: Miskolc, 2011. március 31. – április 1.
- [6] **Cím:** Különleges profilú gépelemek geometriai rekonstrukciója
Szerzők: Bihari Z., Szente J.
Megjelent: Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban 2011 konferencia előadásai, Debreceni Akadémiai Bizottság Műszaki Szakbizottsága, Debrecen 2011, 61-71. oldal. (lektorált)
Előadva: Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban 2011 konferencia
Dátum: Miskolc, 2011. május 18.

- [7] Cím: *Speciális geometriájú gépelemek rekonstrukciója*
Szerzők: *Bihari Z., Sente J.*
Megjelent: *Multidiszciplináris tudományok, A Miskolci Egyetem közleménye, 1. kötet, 1. szám (2011), 143-150. oldal. (lektorált)*
Előadva: -
Dátum: *Miskolc, 2011.*
- [8] Cím: *Geometrical Reconstruction of Machine Elements with Special Profile*
Szerzők: *Zoltán Bihari, József Sente*
Megjelent: *9th International Scientific Conference on Advanced Engineering, Computer Aided Design and Manufacturing CADAM 2011. p. 9-10. (angol nyelven) (nem lektorált)*
Előadva: *9th International Scientific Conference on Advanced Engineering, Computer Aided Design and Manufacturing CADAM 2011. (angol nyelven)*
Dátum: *Vela Luka (Korcula) - Croatia, 2011. szeptember 20 – 24.*
- [9] Cím: *Geometrical Reconstruction of Machine Elements with Special Profile*
Szerzők: *Zoltán Bihari, József Sente*
Megjelent: *International Journal Advanced Engineering, 5(2011) No.2, ISSN 1846-5900, p. 135-146, (angol nyelven) (lektorált)*
Előadva: -
Dátum: *2011. november*
- [10] Cím: *Külső csillagkerekű görgős szabadonfutók egytengelyűségének vizsgálata*
Szerzők: *Bihari Z., Sente J.*
Megjelent: *Gép c. folyóirat LXII. évfolyam, 2011/7-8 szám, I. kötet, 17-20. oldal. (lektorált)*
Előadva: *Géptervezők és Termékfejlesztők XXVII. Szemináriuma*
Dátum: *Miskolc, 2011. november 10-11.*
- [11] Cím: *Külső csillagkerekű görgős szabadonfutók erőjátéka*
Szerzők: *Bihari Z., Sente J.*
Megjelent: *XXVI. microCAD International Scientific Conference 2012. (lektorált)*
Előadva: *XXVI. microCAD International Scientific Conference, Section of Machine and Construction Design*
Dátum: *Miskolc, 2012.*
- [12] Cím: *Determination of ideal curve having constant wedge angle for roller freewheels*
Szerzők: *Z. Bihari, J. Sente*
Megjelent: *Design of Machines and Structure 2012. (lektorált)*
Előadva: -
Dátum: *Miskolc, 2012.*

- [13] Cím: *Geometrical Reconstruction of Machine Elements with Special Profile*
Szerzők: Z. Bihari, J. Sente
Megjelent: *10th International Scientific Conference on Advanced Engineering, Computer Aided Design and Manufacturing CADAM 2012.* p. 23-26.
(angol nyelven) (nem lektorált)
Előadva: -
Dátum: *Vis on Island Vis - Croatia, 2012. szeptember 18 – 22.*
- [14] Cím: *Ideal Curve for Housing of Roller Freewheels*
Szerzők: Zoltán Bihari, József Sente
Megjelent: *International Journal Advanced Engineering, 6(2012) No.2, ISSN 1846-5900, p. 135-144, (angol nyelven) (lektorált)*
Előadva: -
Dátum: *2012. november*
- [15] Cím: *Görgős szabadonfutók teherbírása*
Szerzők: Bihari Z., Sente J.
Megjelent: *Gép c. folyóirat LXIII. évfolyam, 2012/12. szám, 11-14. oldal. (lektorált)*
Előadva: *Géptervezők és Termékfejlesztők XXVIII. Szemináriuma*
Dátum: *Miskolc, 2012. november 8-9.*
- [16] Cím: *Akusztikai mérőpad koncepcionális tervezése*
Szerzők: Bihari Z., Sente J.
Megjelent: *Gép c. folyóirat LXIII. évfolyam, 2012/12. szám, 15-18. oldal. (lektorált)*
Előadva: *Géptervezők és Termékfejlesztők XXVIII. Szemináriuma*
Dátum: *Miskolc, 2012. november 8-9.*
- [17] Cím: *Szabadonfutó tengelykapcsolók vizsgálata*
Szerzők: Bihari Z.
Megjelent: -
Előadva: *MTA Gépszerkezettani Tudományos Bizottság Ülése*
Dátum: *Miskolc, 2013. február 7.*
- [18] Cím: *Acoustical Classification of Roller Freewheels (Görgős szabadonfutók akusztikai minősítése)*
Szerzők: Bihari Z., Sente J.
Megjelent: *XXVII. microCAD International Scientific Conference 2013. (lektorált)*
Előadva: *XXVII. microCAD International Scientific Conference, Section of Machine and Construction Design*
Dátum: *Miskolc, 2013. március 21-22.*
- [19] Cím: *Görgős szabadonfutók meghibásodásai és diagnosztikai lehetőségei*
Szerzők: Bihari Z.
Megjelent: *XXII. Műszaki Diagnosztika-EDU Szakmai továbbképzés (CD melléklet)*
Előadva: *XXII. Műszaki Diagnosztika-EDU Szakmai továbbképzés (A.A. Stadium Diagnosztikai és Management Kft.)*
Dátum: *Siófok, 2013. április 22-24.*

Az értekezéshez kapcsolódó irodalomjegyzék

- (1) Beranek, L. L.: Zajcsökkentés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1967.
- (2) Berry, J. E. : *Advanced Vibration Diagnostic and Reduction Techniques*, Technical Associates of Charlotte, Inc.
- (3) Bihari Z.: Akusztikai és rezgéstani minősítés, Miskolc, 2011.
- (4) Bohner-Gscheidle-Layer-Pichler-Saier-Schmidt-Siegmayer-Zwickel: *Gépjárműszerkezetek*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1996.
- (5) Chesney, D., Kremer, J.: *Generalized Equations for Roller One-Way Clutch Analysis and Design*, SAE, 1997.
- (6) Dezsényi Gy., Emőd I., Finichiu, L.: *Belsőégésű motorok tervezése és vizsgálata*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1999.
- (7) DIN 3990, *Tragfähigkeitberechnung von Stirnrädern*, 1987.
- (8) Dömötör F.: *Rezgésdiagnosztika I.*, Dunaújváros, 2007.
- (9) Dömötör F.: *Rezgésdiagnosztika II.*, Dunaújváros, 2010.
- (10) Erney Gy.: *Fogaskerekek*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.
- (11) Fábrián T.: *Műszaki mérések II.*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1993.
- (12) Farkas J.: *Fémszerkezetek*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1974.
- (13) *FLENDER Standard Couplings*, Siemens, Catalog MD 10.1, 2009.
- (14) Latka, F.: *Matematikai képletgyűjtemény*, Műszaki Könyvkiadó 5. kiadás Budapest, 1989.
- (15) Füzi E.: *Tengelykapcsolók*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.
- (16) Ghibaudi, M. S.p.A: *Catalog of Starter Drives*, PFO7 - 2011-2012.
- (17) Gion J: *Gépjárművizsgálat, -javítás II.*, Skandi-Wald Könyvkiadó, Budapest, 1999.
- (18) Halász S.: *Villamos hajtások*, Egyetemi tankönyv, 1993.
- (19) Hangl J.: *Autószerelők zsebkönyve*, Műszaki könyvkiadó, 1980.
- (20) Hevesi Gy., Hodvogner L.: *Autóvillamosság*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1997.
- (21) *Höganäs Handbook For Sintered Components, Design And Mechanical Properties*, 2004.
- (22) *Höganäs Handbook For Sintered Components, Iron And Steel Powders For Sintered Components*, 2002.
- (23) *Höganäs Handbook For Sintered Components, Production Of Sintered Components*, 2004.
- (24) Ilosvai L.: *Gépjárműszerkezetek méretezése I.*, Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest, 1989.
- (25) *ISO 6336-1-6, Calculation of load capacity of spur and helical gears*, 2006.
- (26) Hungerford, J.: *Customizing cam clutches*, Motion System Design, Penton Media, Inc, 2005.
- (27) Liu, K., Eiichi, B.: *Analytical model of sliding friction in an overrunning clutch*, Tribology International, 2005. p. 187-194.
- (28) Liu K., Eiichi B.: *Frictional dynamics of the overrunning clutch for pulse-continuously variable speed transmissions: rolling friction*, Wear, 1998. p. 208-214.
- (29) Kalóczkai M.: *Rezgésdiagnosztikai mérőpad tervezése*, Szakdolgozat, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék, 2010.
- (30) *Kelle Katalógus, Indítóalkatrészek katalógusa*, Argumentum Kiadó, Budaörs, 1997.

- (31) Kelle: Bendix katalógus, Budapest, 2000.
- (32) Chase, K. W., Gao J., Magleby, S. P.: *General 2-D Tolerance Analysis of Mechanical Assemblies with Small Kinematic Adjustments*, Department of Mechanical Engineering, Brigham Young University, 2003.
- (33) Корн, Г., Корн, Т.: *Справочник по математике для научных работников и инженеров*, Наука, Москва, 1984.
- (34) Kovács J., Szokoly M.-né: *Autószerkezettan és szerelési ismeretek*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.
- (35) Kovács A.: *A rezgés csökkentés módjai*, Miskolci Egyetem, 2007.
- (36) Kovács A.: *Rezgésmérések és rezgésvizsgálatok*, Miskolc, 1997-1999.
- (37) Kovács A.: *Roncsolásmentes vizsgálatok, azok megbízhatósága és következményei*, *Rezgésmérések és rezgésvizsgálatok*, Miskolci Egyetem, 1999.
- (38) Kovács A.: *Zaj és Vibráció Diagnosztika jegyzet*, Miskolci Egyetem, 2008.
- (39) Леонов, А. И.: *Микрохранимые механизмы свободного хода*, *Машиностроение*, Москва, 1982.
- (40) *Lubrication of rolling bearings*, Product information 400, SKF, 1985.
- (41) Makhult M.: *Gépjármű- és villamosmérési méretezése*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1974.
- (42) Makhult M.: *Gumirugók*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963.
- (43) Malya J.: *Villamos gépek*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2005.
- (44) Mátrai N.: *Gépjármű-villamosági ismeretek*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1992.
- (45) Molnár L. – Varga L.: *Gördülőcsapágyazások tervezése*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977.
- (46) MSZ 11131 69. *Zajmérés, mérési módszerek*, Általános előírások, 1969.
- (47) Niemann, G. – Winter, H.: *Maschinenelemente, Band III.*, Springer Verlag, 1983.
- (48) Niemann, G.: *Maschinenelemente, Band I.*, Springer Verlag, 1981.
- (49) Niemann, G.: *Maschinenelemente, Band 2.*, Springer Verlag, 1983.
- (50) P. Nagy J.: *A hangszigetelés elmélete és gyakorlata*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2006.
- (51) Pásztor Á.: *Marógép gépi előtolás tervezése*, *Komplex tervezési feladat*, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék, 2010.
- (52) Pattantyús Á. G.: *A gépek üzemtana*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.
- (53) Pattantyús Á. G.: *Gépész- és villamosmérnökök kézikönyve*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962.
- (54) Ponomarev, Sz. D.: *Szilárdsági számítások a gépészetben*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1966.
- (55) Rupp J.: *Gépjármű-villamosági ismeretek*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1988.
- (56) Siemens: *Flender Drives, Fundamental Principles of Mechanical Engineering*, *Technical Handbook*, Printed in Germany, Siemens AG, 2009.
- (57) SKF Interactive Engineering Catalogue, www.skf.com
- (58) Smetana, C.: *Zaj- és rezgésmérés*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.
- (59) *Solid Edge V20 User Manual*
- (60) Stölzle, K., Hart, S.: *Freilaufkupplungen Berechnung und Konstruktion*, Springer-Verlag, 1961.
- (61) Surányi E.: *Gépjárműszerkezet*, Zrínyi Katonai Könyv-és Lapkiadó, Budapest, 1983.

- (62) Szente J. – Bihari Z.: Gépjármű indítómotorok szabadonfutó tengelykapcsolóinak vizsgálata, Szakvélemény, Miskolci Egyetem, 2005.
- (63) Tarnóczy T.: Teremhangtan alapjai, Kézirat, Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalat, Budapest, 1956.
- (64) Terplán Z., Nagy G., Herczeg I.: Különleges tengelykapcsolók, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1971.
- (65) Terplán Z., Nagy G., Herczeg I.: Mechanikus tengelykapcsolók, Budapest, 1976.
- (66) Tochtermann, W. – Bodenstern, F.: Gépelemek I.-II., Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.
- (67) Xue, W., Pyle, R.: Optimal Design of Roller One Way Clutch for Starter Drives, SAE Technical Paper Series, SAE World Congress Detroit, Michigan, 2004.
- (68) Xue, W.: Analysis of Mechanism of Starter Drive Slippage, Internal Technical Report, Visteon Corporation, 1998.
- (69) Zinner Gy.: Gépjárművek erőátviteli berendezései, Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2006.

Kapcsolódó weblapok

<http://www.renold.com>

<http://www.kellebendix.hu>

<http://www.ghibaudi.com/catalog.asp>

<http://www.iso.org>

<http://www.skf.com>

<http://www.bksv.com>

<http://www.vet.bme.hu/okt/val/vg/autovill/tananyag/AutoVillInditoV10.pdf>

http://siva.banki.hu/jegyzetek/Gepjarmu_diagnosztika/GJD_2EA_VillBer1.pdf

<http://lezo.hu/szerkezettan/tankonyv/tankonyv-web/hajtas/motor/inditas/inditas.html>

http://www.phoenix-mecano.hu/index.php?oldal_menu_id=21&action=1