XV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2010. március 25-26.

PNEUMOBIL

SZABÓ Zoltán, KAKUCS András

Abstract

This paper introduces the pneumatic vehicle built by the students of the Sapientia University, to participate at the race organized by the Bosh-Rexroth company in Eger, in 2009.

Key words:

vehicles with pneumatic propulsion

Összefoglalás

E cikkben a marosvásárhelyi Sapientia Egyetem mechatronika szakos diákjainak, az „Aratók” csapatának az egri Bosh-Rexroth cég által 2009-ben megszervezett versenyére benevezett pneumobilját mutatjuk be.

Kulcsszavak:

pneumatikus hajtású jármű

1. Bevezetés

A pneumobil versenyeket, amelyen a tavaly a Sapientia Egyetem két csapata is részt vett, az egri Bosh-Rexroth cég szervezi. A versenyen egy olyan pneumatikus hajtású járművel kell részt venni, amelynek a meghajtását a cég által rendelkezésre bocsátott elemekből kell megépíteni, bizonyos előírásoknak megfelelően. A versenyen négy „kategóriában” lehetett pontot szerezni, a megalkotott jármű eredetiségén túl három különböző futamon: ezek közül az elsőn egy 10 literes, 200 bar nyomású levegőt (tulajdonképpen nitrogént) tartalmazó palackkal a lehető legnagyobb távolságot kellett befutni, de legalább 8 km/h átlagsebességgel. Ez a versenyszám tehát a hatásfokról és a gazdaságosságról szólt. A második és a harmadik futamon a teljesítmény és a gyorsulás jutott fő szerephez. A gyorsasági versenyen egy háromkörös futam legkisebb köridejét mérték, ahol a pálya egy hajtúkanyart is magába foglalt, így a teljesítmény mellett a jármű stabilitása és irányíthatósága, valamint a versenyző ügyessége is szerephez jutott. Az utolsó versenyszám a gyorsulási futam volt, ahol egy egyenes szakaszt kellett minél gyorsabban megtenni, akárcsak a dragster versenyeken.

2. Az „Aratók” 2009-es pneumobilja

A három versenyszám tehát tulajdonképpen kétfajta üzemmódot feltételez: egy gazdaságosat, ahol nem számít a teljesítmény de fontos az alacsony fogyasztás a magas hatásfok, és egy „sport” üzemmódot, ahol nem számít a fogyasztás (hiszen a megtenni kíván út nagyon rövid), viszont fontos a nagy

teljesítmény és a gyorsulás. A szervezők egyik megkötése az volt, hogy a járműn csak egy motor lehet és a munkahengereknek minden versenyszámban működniük kell. Mivel a két üzemmódot ugyanaz a motor kell teljesítse, azokat – ha a célnak megfelelő optimális beállításokkal akarunk versenyezni, – kétfajta vezérléssel lehet biztosítani. A motor (tehát a munkahenger és a szelepek) mindkét üzemmódban változatlan konfigurációban működik, azonban a szelepek vezérlése az éppen aktuális versenyszámtól függ. Mivel a járművet két versenyszám között átszerelni nem lehet, a két üzemmód közötti váltást csak bizonyos elemek (elektromos és/vagy pneumatikus elemek) átkapcsolásával lehet megoldani. Mi az elektromos vezérlés mellett döntöttünk, mert az egyszerűbb mechanizmust igényel és rugalmasabb mint a pneumatikus, az üzemmódok közötti váltást tehát egy elektromos kapcsoló átbillentésével oldottuk meg. A jármű megtervezésekor felállított elv az volt, hogy egy Jaguárral is lehet gazdaságosan autózni, de a Trabanttal nem lehet száguldozni. Így egy erős motorra építettünk, amelyet a lehetőségekhez mérten gazdaságosan is lehessen majd használni. Első sorban tehát a gyorsasági és a gyorsulási versenyszámokra készültünk.

A méretezés során a dugattyúrúd várható sebességével és a beállítható nyomással (előírás szerint a palackokon egy 8 báros reduktor volt) a gyártó által publikált nomogrammok alapján a rendelkezésre álló legnagyobb munkahengerre esett a választás, ez 100 mm átmérőjű és 500 mm lökethosszú munkahenger volt. A nagy átmérő két dolgot is jelent: egyrészt nagy vonóerőt, még alacsony nyomás esetében is, másrészt fajlagosan kisebb súrlódási veszteségeket. A választható munkahengerek kettős hatású, egyoldali dugattyúráddal rendelkező munkahengerek voltak.

Valamilyen módon meg kellett oldani azt, hogy a munkahenger alternáló mozgását forgómozgássá alakítsuk. Erre kétféle lehetőség kínálkozott. Az első egy forgattyús-hajtókaros mechanizmus építése lett volna, ahol a hajtókar lehetett volna akár a munkahenger dugattyúrúdja is. Ezt a megoldást azért vetettük el, mert a munkahenger által kifejtett állandó erő mellett is erősen változó nyomatékot kaptunk volna a tengelyen, mivel csak egyetlen munkahengert szándékoztunk beépíteni (hiszen az eleve nagy volt). A dugattyúrúd hajtókarként való használata további hátrányokat jelent, ugyanis akkor a munkahenger, mint holt tömeg, lengőmozgást végezne és mivel a dugattyúrúdat nem lehet megvezérelni, az erősen súrlódna ott ahol átdöfi a munkahenger fedelét. Maradt volna tehát egy vonórudas-keresztfejes mechanizmus megépítése, ami már önmagában egy elég bonyolult feladat és nagy helyigényű motort eredményezett volna.

A második lehetőség egy fogaslécés vagy pl. gall-láncos mechanizmus megépítése volt, ahol a fogaslécet, illetve a gall-láncot a munkahenger húzza és egy vagy több azzal kapcsolódó fogaskerék, illetve lánckerék alakítja át az alternáló mozgást forgómozgássá. Az ilyen mechanizmusba szabadonfutót is be kell építeni, hiszen a forgás iránya az alternáló mozgás irányától függ. Ezeket a megoldásokat a szervező a „lineáris motorok” kategóriájába sorolta.

Mi egy lineáris megoldás mellett döntöttünk. Eredetileg egy fogaslécés mechanizmust szeretnénk volna kivitelezni, de az is elég komplikált és helyigényes lett volna, így végül is egy gall-láncos „mechanikus egyenirányítót” ötöltünk ki, ami szerintünk az egyik lehetséges legegyszerűbb megoldás. Ez az

alábbi fényképen látható, ahol a megvezetett dugattyúrúd egy lemezt húzigál, amihez az egyik láncnak a felső, a másiknak pedig az alsó szára van hozzárögzítve. Így amikor a dugattyú valamelyik irányba mozog, az egyik lánc jobbra, a másik pedig balra forog. E két ellentétes forgásból csak az egyik lehet húzóirányú, ezt pedig két szabadonfutós lánckerékkel (egy BMX kerékpár hátsó lánckereke) oldottuk meg, amelyek ellentétes irányban húznak.

1. ábra A motor és a jármű

Mivel a szelepeken, vezetékeken áramlási veszteségek lépnek fel, a munkahenger által kifejtett erőt 6.7bar belépési nyomással számítottuk ki, ami, a munkahengeren fellépő várható veszteségeket beszámítva, mintegy 4.5 kN legnagyobb húzóerőt eredményez. A „sport” fokozatban a munkahengerben a nyomást egy ütem alatt állandónak tartottuk, tehát a szelepek nyitását és zárását a végállást jelző RED reléekkel oldottuk meg, mint egy szokványos pneumatikus berendezésnél, és ez többé-kevésbé állandó húzóerőt eredményezett. Ekkor azonban a fogyasztás igen nagy és a pazarlás jelentős, mivel a végállásban 6.7bar nyomáson levő levegőt kell kiengedni. Ebben az üzemmódban a levegő 170 ciklus megtételére elegendő, ami alatt (figyelembe véve a meghajtás áttételezését) a jármű kb. 850 m-t tud megtenni. Mivel úgy a gyorsasági, mint a gyorsulási verseny alatt megtenni kívánt távolság ennél kisebb, a „sport” üzemmód ilyen nemű megoldása nem jelentett akadályt.

A gazdaságos üzemmódot a levegő expanziójával valósítottuk meg, ekkor a hengert csak részlegesen töltjük fel sűrített levegővel, amelyet expandálni, kiterjeszkedni hagyunk és akkor a löket végén csak alacsony nyomású levegőt engedünk ki. Teljes expanziót megvalósítani nem lehet, valamilyen löketvégi túlnyomást meg kell hagyni hiszen a motor súrlódását mindvégig le kell győzni.

A munkahenger termodinamikai ciklusát a 2. ábra szemlélteti, ahol a 3–4 folyamat a politropikusnak tekintett expanzió. Az ábrán V_h a munkahenger holt tere, V_m annak a legnagyobb térfogata, a V_i térfogat pedig az a belső térfogat lenne amelyről a gáz éppen a kívánt végső nyomásig expandál.

A vezérlés titka abban rejlik, hogy a bebocsátó szelepet éppen a V_i térfogatnak megfelelő pillanatban zárjuk el. Ez a térfogat a bemeneti nyomástól is függ, értékét számításokkal határoztuk meg 0.5bar lépésként, a dugattyú két oldalára (V_{i1} és V_{i2} , 3. ábra). A munkahenger oldalán az illető térfogatoknak megfelelő helyzetben egy-egy RED relét helyeztünk el, a vezérlést pedig e relék jelével egy logikai á-

ramkörrel valósítottuk meg. A pneumatikus kapcsolás vázlat a 4. ábrán látható.

2. ábra A gazdaságos üzemmód termodinamikai körfolyamata

3. ábra A gazdaságos üzemmód termodinamikai körfolyamata

4. ábra A pneumatikus vázlat

3. Következtetések

Az elképzelés majdnem 100%-ban működőképesnek bizonyult, ugyanis a távolsági versenyt 8458 megtett méterrel meg is nyertük. A gyorsasági és a gyorsulási verseny nem ment olyan jól, mert a szelepek alulméretezettek voltak.

Szabó Zoltán, hallgató; **dr. Kakucs András**, docens

Sapientia Egyetem, Műszaki és Humántudományok Kar, Marosvásárhelyi, Gépészmérnöki tanszék

Cím: 540485, Marosvásárhely (Ro), Segesvári út 1.C

Telefon: + 40 265 208 170

E-mail: zolly_zsabo@yahoo.com; kakucs2@yahoo.com