XIV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2009. március 26-27.

HASZONJÁRMŰ FUTÓMŰ-VIZSGÁLÓ PRÓBAPAD FEJLESZTÉSE

Szabó Bálint

Abstract

During the development of any kind of vehicle component a complex design method is carried out combining the simulation modelling, the physical modelling in laboratories and the road tests. If the virtual model is appropriate, laboratorial test will be carried out to validate the results of the simulations. The development of the suspension must be made from two points of view. On one hand vibration theoretical analysing must be made, on the other hand the suspension must be examined from the point of view of vehicle stability.

Our purpose was to develop and build such a test-bench on which we are able to carry out vibration theoretical test of a semi-trailer suspension. The vibration theoretical analysis is for examination of the vertical displacement of the bodywork due to different mechanical excitation of the wheel. The test system has three parts: a hydraulic shaker, a test-bench and the measuring and actuating system.

Three types of tests were carried out: frequency analysis, step function test and rough road test. The main purpose of the signal process is to determine the amplification value in function of the frequency to find the eigenfrequencies of the multi-body system. From these experiments we are able to draw consequence about the damping work.

Key words:

test-bench, suspension analysis, semi-trailer running gear

Összefoglalás

Bármely járműalkatrész fejlesztése egy komplex folyamat, amelynek első lépése a szimulációs modellezés, a második lépésben laboratóriumi vizsgálatokat végeznek, ezt követik az országúti járműves tesztek. Amennyiben a virtuális modell megfelelő, akkor kezdik el a laboratóriumi vizsgálatokat a szimulációs eredmények validálására. Egy futómű fejlesztése két megközelítésből történik. Egyrészt lengéstani vizsgálatokat kell végezni, másrészt a felfüggesztést meg kell vizsgálni járműstabilitás szempontjából is!

Célunk egy olyan vizsgáló próbapad fejlesztése volt, amelynek segítségével kivitelezhető egy felpótkocsi futóművének lengéstani vizsgálata. A lengéstani analízis során a járműtest függőleges irányú elmozdulását vizsgáljuk a kerék különböző gerjesztéseinek hatására. A vizsgáló rendszer három alrendszerből áll: egy hidraulikus rázópadból, a próbapadból, és a mérő-működtető rendszerből.

Három különböző teszt elvégzése volt a cél: frekvenciaanalízis, lépcsőfüggvény teszt és a rossz útprofil teszt. A jelfeldolgozás elsődleges célja a nagyítási függvény meghatározása frekvenciatartományban, hogy meg lehessen keresni a futómű sajátfrekvenciáit. A mért adatokból következtetéseket lehet levonni a csillapítási munkát illetően.

Kulcsszavak:

vizsgáló próbapad, felfüggesztés vizsgálat, felpótkocsi futómű

1. Célkitűzések

Célkitűzésünk egy olyan vizsgálóberendezés tervezése, kivitelezése, majd azon mérések elvégzése, amely alkalmas a különböző légrugók és lengéscsillapítók valóságos üzemi körülmények közötti vizsgálatára. A megvalósított futómű-vizsgáló berendezés követelményei voltak, hogy egy felpótkocsi

egy fél hídjának lengéstani modelljét vizsgálni lehessen különböző légrugó-lengéscsillapító kombinációk mellett. A próbapadot a félpótkocsi tengelyterhelésének felével, azaz négy tonnával kell leterhelni. Meg kellett oldani, hogy a kerékre függőleges irányú gerjesztést adjunk. A felépítményt, amelynek 4 tonnás össztömegűnek kell lennie, meg kell vezetni úgy, hogy függőleges irányban szabadon mozoghasson, azaz a futómű ki- és berugózását engednie kell, de az összes többi szabadságfokát rögzíteni kell. A működtetés során mérni kell a kerék talppontjának, a lengőkarnak illetve a felépítménynek a gyorsulását, az ezek közötti távolság változását – azaz ezeknek a részeknek az elmozdulásait –, valamint a pneumatikus rugó-lengéscsillapító rendszer különböző szakaszain a légnyomást.

2. Konstrukció

A kerék mozgását, azaz az útgerjesztés szimulálását leghatékonyabban elektronikus vezérlésű pulzátorral lehet megvalósítani. A hidraulikus elven működő pulzátoroknak három fő alkotóeleme van: a hidraulika aggregát, a hidraulikus munkahenger, amely a hidraulikus energiát mechanikai energiává alakítja, a harmadik pedig a szervo szelep, vagyis egy útváltószelep, amely az aktuátort működteti.

A vizsgáló berendezés konstrukciójának kialakításakor jelentős műszaki problémát jelentett a félbevágott futóműhíd és a hozzá kapcsolódó felépítmény egy szabadságfokú, vagyis függőleges irányú megvezetése. A félpótkocsik futóműve ma szinte kizárólag merevhidas, hosszlengőkaros, légrugós kivitelűek (1. ábra), vagyis a két kereket merev, nagyszilárdságú csőtengely kapcsolja össze, így a futómű a pótkocsira építve két szabadságfokú mozgást végez: mozoghat a függőleges z tengely irányába, és billeghet a hosszirányú x tengely körül.

1. ábra. A vizsgálandó futómű 3D modellje

A légrugó és a lengéscsillapító vizsgálatához elegendő a függőleges irányú mozgás megvalósítása. Ezt úgy sikerült szerkezetiileg megoldani, hogy a futómű hosszirányú lengőkarjára szimmetrikusan mindkét oldalra kereket szereltünk fel, amely kisebb tömegű és méretű az eredeti keréknél. A mérőkerekek geometriai és tömegadatait, valamint gumiabroncsok levegőnyomását számításokkal és próbamérésekkel úgy határoztuk meg, hogy az átalakított fél futómű lengéstaniilag egyenértékű legyen az eredeti fél futóművel (2. ábra bal oldali kép). A felépítmény mechanikai modellezése már egyszerűbb feladat volt, a szekrényesen kialakított acélszerkezet magába foglalja az egyenként 25 kg

tömegű hitelesített mérő súlyokat, amelyekből a kívánt felépítmény terhelést, vagy részterhelést pontosan be lehet állítani. A felépítmény mozgását két, függőleges oszlop irányítja, az oszlopokhoz a szekrény rugalmas abroncsú golyóscsapágyazott görgőkkel támaszkodik (2. ábra jobb oldali kép).

2. ábra. Kialakított futómű, és a próbapad térbeli vázlata

A futóműbe beépített rugók, csillapítók a mérés folyamán változtak, hiszen a mérés célja éppen az volt, hogy különböző lérugó-lengéscsillapító kombinációk mellett vizsgáljuk a futómű viselkedését. A futóművet kétféle lérugóval, új és használt hidraulikus lengéscsillapítóval, illetve pneumatikus működésű csillapító is. De nem csak pneumatikus munkahengerrel lehet a pneumatikus csillapítást megoldani, hanem a lérugót is be lehet úgy kötni, hogy csillapítsa a lengéseket. Ehhez egy kiegészítő 20 liter térfogatú tartályra van szükség, amelyet különböző fojtásokkal kötünk össze a lérugóval. Az elkészült szerkezetet mutatja a 3. ábra. A mérőrendszer kialakításakor gyorsulás-, elmozdulás- és nyomásjeladókat építettünk a rendszerbe.

3. ábra. Futóművizsgáló próbapad

3. Mérések

A futómű lengéstani szempontból történő vizsgálatának egyik legjellemzőbb függvénye a nagyítási karakterisztika. Miután a futóműve kéttömegű lengőrendszer, ezért két nagyítási függvényt lehet értelmezni: a gumibroncs illetve a rugózás nagyítási karakterisztikáját. De elemezhetjük a kettőt együtt is, vagyis a felépítmény mozgásának és a kerék talppontja elmozdulásának hányadosát. Mivel a nagyítás frekvenciafüggő, különböző frekvenciákon kell méréseket végezni, hogy elemezni lehessen a nagyítási tényező változását a frekvencia függvényében. A legegyszerűbb módszer, ha a pulzátorra szinuszos mozgatót vezérlünk adott amplitúdóval és különböző frekvenciával. Célszerű 0,5 Hz-től indulni 0,5 Hz-es vagy még finomabb lépésközzel növelni a frekvenciát, de legfeljebb 20 Hz-ig. E

felett ugyanis a gumibroncs elnyeli a rezgéseket. A kiválasztott amplitúdó 3 mm volt. A nagyítási függvényt meg lehet adni elmozdulások hányadosaként, de a gyorsulások aránya is ugyanazt az eredményt kell, hogy szolgáltatassa. További méréseket érdemes végezni a futómű viselkedésének vizsgálatára. Az egyik ilyen vizsgálat a lépcsőfüggvény. Ezzel szimulálható az az eset, amikor a jármű egy járdaszegélyre hajt fel, vagy arról hajt le. Ezenél a méréseknél jól lehet vizsgálni a csillapító hatékonyságát, ugyanis az egységugrás hatására a felépítmény lengeni kezd, amely ideális, csillapítás nélküli rendszer esetén végtelen ideig tartana: A csillapítás hatására csökken a lengések intenzitása. A csökkenés mértéke a csillapítással arányos. Ezeken a vizsgálatok kívül elemezni lehet, hogyan viselkedik a futómű az úton. A hidraulikus rendszer teljesítménykorlátján belül bármilyen útprofil függvényt ki lehet vezérelni. A legcélszerűbb egy rossz minőségű útnak megfelelő gerjesztést a próbapadra vezérelni.

4. Értékelés

Az eredmények kiértékelése során a különböző lengéscsillapító, légrugó kombinációk kerültek összehasonlításra. Lengéstani szempontból a legjellemzőbb minősítési karakterisztika a nagyítási tényező változása a frekvencia függvényében. Ezt a frekvenciaanalízis mérésorozattól határozhatjuk meg, vagyis amikor állandó amplitúdóval, de folyamatosan növekvő frekvenciával végeztünk méréseket. Az 4. ábrán látható diagram 3 különböző kivitel össze: a hidraulikus lengéscsillapítót, valamint a pneumatikus lengéscsillapítót két különböző méretű fojtással. A nagyítási függvényből jól kivehető a felépítmény 1-2 Hz körüli, illetve a futómű 13-15 Hz körüli sajátfrekvenciája.

4. ábra. Nagyítási függvény

Szabó Bálint, doktorandusz hallgató

BME Közlekedésmérnöki Kar, Gépjárművek Tanszék

Cím: 1111 Budapest, Stoczek utca 6.

Telefon / Fax: +36 1 463-2380 / +36 1 463-2599

E-mail: balint.szabo@auto.bme.hu