FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

PNEUMOBIL VÁZSZERKEZETÉNEK VIZSGÁLATA VÉGESELEM PROGRAM SEGÍTSÉGÉVEL

EXAMINATION OF THE FRAME STRUCTURE OF THE PNEUMOBIL WITH FINITE ELEMENT PROGRAMS

JUHÁSZ Botond⁽¹⁾, STEIGER Balázs⁽²⁾, JUHÁSZ György⁽³⁾

(1) Debreceni Egyetem Műszaki Kar, 4028 Debrecen, Magyarország, Ótmető utca 2-4;
Telefon: +36705636187; botondjushz@yahoo.com

(2) Debreceni Egyetem Műszaki Kar, 4028 Debrecen, Magyarország, Ótmető utca 2-4;
Telefon: +36308605546; steigerbalazs@gmail.com

(3) Debreceni Egyetem Műszaki Kar, 4028 Debrecen, Magyarország, Ótmető utca 2-4;
Telefon: +36-52-415-155/77779; juhasz@eng.unideb.hu

Abstract

This is the seventh time that the Bosch Rexroth Pneumatics Ltd. in Eger and the Bosch Rexroth Ltd. in Budapest have announced a competition to win the title of “The best Rexroth pneumobil” among the Hungarian institutions of higher education. The aim of the competition is to design a vehicle with a pneumatic drive which fits the requirements set by the company. The University of Debrecen Faculty of Engineering has been a participant of the competition of the Bosch Rexroth company since the very beginning. From year to year the main goal of the teams of our faculty is to create a more effective and technically better vehicle. The topic of our paper is going to be the analysis of the vehicle's frame structure designed for this competition.

Keywords: pneumobil, frame structure, finite element method

Összefoglalás

Az egri Bosch Rexroth Pneumatika KFT és a budapesti Bosch Rexroth KFT 2012-ben már hatodik alkalommal hirdetett versenyt a „Rexroth Legjobb Pneumobilja”- cím elnyerésére Magyarország műszaki felsőoktatási intézményei között, melynek célja, hogy a csapatok olyan pneumatikus hajtással rendelkező gépjárművet tervezzenek és építsenek, melyek megfelelnek a cég által előírt műszaki követelményeknek. A Debreceni Egyetem Műszaki Kara már a kezdetektől fogva résztvevője a Bosch Rexroth cég által megrendezett versenynek. Évről évre a karunk csapatainak a fő célja az volt, hogy az addiginál eredményesebb és műszakilag is jobb járművel készítsünk. Dolgozatunk témájának az erre a versenyre készülő jármű vázszerkezetének vizsgálatát választottuk.

Kulcsszavak: pneumobil, vázszerkezet, végelemes módszer

1. Mi a pneumobil?

A pneumobil egy sűrített levegővel hajtott jármű, amelyben a sűrített levegő energiáját pneumatikus munkahengerek alakítják át mozgási energiává. Az első pneumobilokat a Bosch Rexroth által rendezett Pneumobil versenyre készítették 2008-ban. Az évek során a verseny nagy népszerűsége miatt tett szert és a résztvevők mezőnye nemzetközivé vált. A versenyeket négy kategóriában rendezik: távolsági, ügyességi, gyorsulási és telemetria. A versenybírók ezekben a kategóriákban elért helyezések alapján ítéli oda az év legjobb pneumobilja címet.

A Debreceni Egyetem Műszaki Kara kezdetektől részt vesz ezen a versenyen, amely már sok örömet, sikerélményt szerzett karunknak, valamint a versenyben résztvevő hallgatóknak és oktatóknak.

Az évek során olyan fejlődésen mentek keresztül a járművek, hogy a sikeres szereplés érdekében elengedhetetlenné vált a járművek tervezésekor a legmodernebb technika használata, mint például váztervezése során a végeselemes módszer használata.

2. A vázon jelentkező problémák felvetése

Tervezési alapelvként törekedtünk a legegyszerűbb, legkönnyebb vázszerkezet megépítésére, ezért a pneumobilunk váza alumíniumból készült. A tesztek illetve a verseny során azonban az alumínium váz több gyenge pontját is felfedeztük. Az egyik ilyen probléma volt, hogy a hajtásban fellépő erők hatására a váz tervezettnél nagyobb deformációja lépett fel. Ebből adódóan a távolsági versenyen a tervezettnél kevesebb távot tudtunk megtenni.

Ezért elhatároztuk, hogy a vázat alapos analízisnek vetjük alá, amely lehetővé teszi a hibák feltárását, és azok kijavítását.

Dolgozatunkban, a váz 3D-ben létrehozott modelljén végeselem módszer segítségével kerestük a probléma okát és a váz gyenge pontjait.

A modellt az Autodesk Inventor 2014 programban hoztuk létre. A végeselem módszert a modellen, az Inventor beépített segédprogramjával vizsgáltuk meg.

3. A módszer alapjai

Ahhoz, hogy a vázon fellépő erőket végeselem módszerrel vizsgálhassuk, először is létre kell hozni az autó 3D-s modelljét a jármű valós méretei alapján. Ezt az Autodesk Inventor 2014 CAD program segítségével készítettük el. Ez a CAD program magas szintű gépészeti tervezési lehetőségeket biztosít, ezen kívül beépített végeselem analízátorral, dinamikai szimulátorral is rendelkezik.

Az Inventorban kétféle elemzésre van lehetőségünk. Az egyik a feszültség analízis. Ezt nemlineáris feladatok, nagyobb bonyolultságú geometriával rendelkező alkatrészek esetén alkalmazzuk [1]. Itt egészen finom hálózást adhatunk a modellnek, pontos eredmény érdekében. A hálót a szoftver négy csomópontos tetraéderekből építi ki, ami jelentősen hosszabbítja a számítási időt.

A másik módszer a beam elemzés. Ez az alprogram kimondottan rácsszerkezetek elemzésére készült. Itt a szoftver minden elemet egy-egy vonalra, beamre redukál.

4. Szimuláció

A vizsgálat során azt az esetet modelleztük, hogy a vezető az autóban ül és a jármű csak három kerekén fekszik fel. Ebben az esetben vizsgáltuk a vázban keletkező feszültségeket illetve elmozdulásokat.

Először definiálnunk kellett az anyagjellemzőket. Ahogy az 1. ábrán is láthatjuk az aranszínű nyilak a megoszló terhelést jelölik. Kettő beamre 400 mm hosszon egyre pedig 200 mm hosszon 1N/mm terhelést adtunk. Ez 1000 N terhelés a jármű utasterében. A szürke téglák jelölik a rögzítést. Ezek a csomópontok rögzítettek minden tengelyirányban. A szimulációt lefuttatva az elmozdulást egy színskála segítségével szemlélteti a program a beameken.

1. ábra Váz szimuláció

A program szemléletes ábrázolásmódja rámutat a váz „gyenge pontjára”. Ezen területeken a vázat plusz elem bevitelével merevíthetjük, melyeket újabb szimulációval tesztelhetünk. A program ilyen téren intelligens, dinamikus szerkeszthetőségének köszönhetően a váz módosításával a beállított paramétereket nem veszem el.

1. táblázat. A terhelés hatására a vázban keletkező szimulált értékek

Név		Minimum	Maximum
Elmozdulás		0,000 mm	4,424 mm
Erők	F_x	-267,534 N	318,784 N
	F_y	-224,160 N	253,106 N
	F_z	-532,402 N	523,496 N
Nyomatékok	M_x	-20763,549 N mm	25773,187 N mm
	M_y	-36143,765 N mm	30694,054 N mm
	M_z	-5838,901 N mm	9310,392 N mm
Feszültségek	S_{max}	-2,730 MPa	79,206 MPa
	S_{min}	-75,703 MPa	2,795 MPa
	$S_{max}(M_x)$	0,000 MPa	35,554 MPa
	$S_{min}(M_x)$	-35,554 MPa	0,000 MPa
	$S_{max}(M_y)$	0,000 MPa	61,237 MPa
	$S_{min}(M_y)$	-61,237 MPa	0,000 MPa
	S_{axial}	-3,817 MPa	3,882 MPa
Nyírófeszültség	T_x	-5,048 MPa	4,201 MPa
	T_y	-3,974 MPa	3,338 MPa
Csavaró feszültség	T	-8,701 MPa	5,457 MPa

5. Eredmények kiértékelése

A végeelem módszerrel elemzett modellünk rávilágított a váz gyengeségére. Az ülésnél történő terhelés során a váz meghajlik az x tengely mentén. Az elmozdulás maximumértéke közel 4,5 mm (1. táblázat).

Ekkor a hajtásunk, ami a vázhoz mereven van rögzítve, átveszi ennek a feszültségnek egy részét és tartóelemként merevíti az autót. Így a munkahengerek is hajlításnak vannak kitéve, ami a dugattyúk befeszülésével jár.

Ez a folyamat plusz veszteséget visz a rendszerünkbe.

Hasonlóan veszteséggel járó folyamatot figyelhetünk meg a hajtás munkavégzése közben, mikor is a két felfogatási pont között húzóerő lép fel. Ebben az esetben a váz szintén hajlik, ami magában a hajtásban is deformációt okoz.

Ez szintén veszteségforrás a jármű teljesítménye szempontjából. Ezt a vizsgálatot jelen dolgozat terjedelmi okok miatt nem tartalmazza.

Az utastér terhelésekor és a hajtás húzó terhelése során is a vázban, az ülés környékén találhatóak a legkritikusabb pontok.

Ezt a területet feltétlenül merevíteni kell. Mindezt úgy kell teljesítenünk, hogy a lehető legkisebb súlytöbbletet adjuk a vázhoz.

A csúcsfeszültségek körüli helyek kimerevítésével lecsökkentjük az feszültséggyűjtő csomópontokat. Így növelve a váz merevségét, csökkentjük az elmozdulás nagyságát.

A stabilitás növelésével a váz terhelhetősége is jelentősen növekedhet.

Vizsgálataink megmutatták, hogy a feltevéseink helyesnek bizonyultak és a távolsági futamban fellépő veszteségek a váz deformációjából adódtak, ezért a 2014-es versenyre készülő autónkba már ezeket a tapasztalatokat is beépítjük, amely reményeink szerint lényegesen javítani fog pneumobilunk hajtási teljesítményén.

Irodalmi hivatkozás

- [1] Páczelt I.- Szabó T.- Baksa A.: *A végeelem-módszer alapjai*, Széchenyi István Egyetem HEFOP 3.3.1-P.-2004-09-0102/1.0 pályázat támogatásával, Győr, 2007