

До
Наставно-научниот совет
на Машински факултет - Скопје

РЕЦЕНЗИЈА НА МАГИСТЕРСКИ ТРУД

Нумеричко моделирање и анализа на удобноста на возачкото седиште
кај патнички автомобил
изработена од Иле Мирчески, дипл.маш.инж.

Со Одлука Бр. 02-1094/5 од 29.10.2009 година на Наставно-научниот совет на Машинскиот факултет при Универзитетот "Св. Кирил и Методиј" во Скопје, формирана е Комисија за одбрана на магистерскиот труд "Нумеричко моделирање и анализа на удобноста на возачкото седиште кај патнички автомобил", изработен од кандидатот Иле Мирчески, дипл. маш. инж., во состав проф. д-р Татјана Кандиќјан, вон. проф. д-р Петар Симоновски и вон. проф. д-р Софија Сидоренко, со задача да изготви и поднесе извештај со оценка и образложение на магистерскиот труд.

Врз основа на извршениот преглед и анализа на магистерскиот труд, Комисијата го поднесува следниот

ИЗВЕШТАЈ

1. Општи податоци

Магистерскиот труд со наслов "Нумеричко моделирање и анализа на удобноста на возачкото седиште кај патнички автомобил" е изложен во 7 глави, со прикажани 89 слики. На крајот од трудот е приложена листа на наслови од користената литература.

Трудот се состои од следните глави:

1. Вовед
2. Преглед, разработка и анализа на постоечката литература
3. Анализа на ергономските аспекти при проектирање на возачко седиште за патнички автомобил
4. Метод на конечни елементи за тридимензионални стисливи тела при експлицитна динамичка анализа
5. Креирање на виртуелен CAD модел на човек со карактеристики на коските и мускулите
6. Креирање на виртуелен CAD модел на возачко седиште со карактеристиките на користените материјали
7. Нумеричко моделирање и експериментална верификација на моделот за одбрано возачко седиште
8. Анализа на удобноста за различни варијанти на дизајн на возачко седиште за патнички автомобил
9. Заклучоци

2. Содржина на трудот

Во првата глава е направена анализа на проблемот и претставени се накусо целите на истражувањето. Истакната е потребата од создавање на методологија за виртуелно тестирање на седишта за патнички автомобил, која ќе овозможи едноставна проверка и корекција на моделот на седиштето во раните фази на развојот на производот. Истражувањето има за цел да се определат факторите кои влијаат врз удобноста на седењето во седиштето на патничко возило, да се креира и тестира виртуелен модел седиште-човек, како и да се креираат концепти на седиште со помала дебелина на слојот пена.

Во втората глава е даден осврт на претходните истражувања во оваа област во задните десет години, кои се однесуваат на нумерички и експериментални методи користени во тестирањето на автомобилските седишта, како и најновиот метод на тестирање со примена на виртуелни модели на човек.

Во третата глава се анализирани ергономските аспекти при проектирањето на возачкото седиште за патничко возило. Притоа се дефинирани удобните агли на седење, според софтверот RAMSIS. Аглите на ориентација на телото при седење со цел да се постигне удобност имаат важно влијание на распределбата на притисокот при седење. Исто така, дефинирани се и положбата на управувачките педали, потребниот простор, опсегот на подесување на возачкото седиште и опсегот на подесување на управувачкото тркало. Анализите се изработени за популација од 5 до 95 перцентили. Удобните состојби се понатаму влезен параметар за виртуелното тестирање.

Во четвртата глава е претставен математичкиот апарат со кој се служи софтверскиот пакет ABAQUS. Детално е објаснет математичкиот модел за анализа по методот на конечни елементи и математичкиот модел за решавање по методот на динамичка експлицитна структурна анализа.

Во петата глава е прикажана изработката на CAD/FEA модели на човек од 50 и од 80 перцентили, според нивните антропометриски катактеристики. Моделот се состои од комбинација на коскена и мускулна маса со соодветна геометрија. Ваквиот модел се внесува во софтверскиот пакет ABAQUS каде се задаваат карактеристиките на однесувањето на ткивата. Моделот потоа се мрежира за да се користи при виртуелното тестирање.

Во шестата глава е прикажан дизајнот на моделот на седиште кој се користи при првичните виртуелни тестови. Исто така, претставени се и други модели на седиште кои се анализирани. Во оваа глава се дадени нелинеарните карактеристики на полиуретанските пени од кои се изработуваат седиштата. ABAQUS е користен за да се зададат својствата на пените и за да се подготви мрежираниот модел.

Во глава седум е претставен процесот на виртуелно тестирање применет на претходно подготвените модели на човек и седиште. Објективен параметар за оценување на удобноста е распределбата на

притисокот, односно, од особен интерес е максималната вредност на притисокот, што се јавува во контактот помеѓу виртуелниот модел на седиште и виртуелниот модел на човек (манекен). Процесот започнува со задавање на почетните услови, граничните услови и условите на оптоварување. При виртуелното тестирање се следи динамиката на процесот на седнување и заемната деформација на човекот и седиштето под дејство на гравитацијата. Како резултат на тестирањето се добива распределбата на притисоците, од кои посебно се разгледуваат резултатите добиени во контактната површина понеѓу човекот и пената.

Во истата глава е извршена експериментална верификација на резултатите добиени од виртуелното тестирање со помош на мерна опрема за снимање на распределбата на притисокот во контактната површина во вид на мапа. На мапата јасно се видливи регионите со повисок притисок, како и вредностите на максималниот притисок. Експериментите се извршени на постоечко седиште на фирмата Џонсон Контролс, со луѓе кои одговараат на 50 и 80 перценти, а резултатите се мерени со помош на сензорската опрема Xsensor 3D Mapping System. Од компаративната анализа на резултатите добиени од виртуелното тестирање и од експерименталните мерења може да се заклучи дека се јавува многу мала разлика, што ни дава за право да ги сметаме за веродостојни резултатите од виртуелното тестирање. Резултатите и од виртуелното тестирање и од експерименталните мерења јасно ги лоцираат зоните на највисок притисок под спојот на карлицата и бедрените коски. Разликата во резултатите, која е околу 2%, се должи пред сè на тоа што при виртуелното тестирање не е замана во предвид кожата на човекот, како и платнената наметка на седиштето. Доминантниот притисок при седење се јавува на долниот дел на седиштето, додека притисокот кој се јавува во наклонот на седиштето е значително помал, поради што во понатамошните испитувања е анализиран само долниот дел на седиштето.

Во глава 8 се спроведени понатамошни тестирања и изведени се повеќе заклучоци за можностите за намалување на дебелината на пената, со истовремено запазување на потребната удобност при седење. Испитувани се пени со густина од 30 [kg/m³] и 50 [kg/m³]. При иста геометрија на седиштето, пената со помала густина дава околу 10% помали вредности на максималните притисоци во контактот, се додека слојот пена е со доволна дебелина, односно се додека не се јави значително сплескување. Дизајнот на седиштето значително влијае на распределбата на притисокот. Највликателен фактор е дебелината на полиуретанската пена на седиштето. Додавање на флексибилност на седиштето со два отвора во облик на елипсоидни калоти од долната страна ја подобрува состојбата на местата на максимален притисок за 12%. При смалување на дебелината на пената, отворите не ја вршат својата функција на подобрување на флексибилноста и на местата на најголеми притисоци, па подобри резултати се добиваат ако отворите се пополнат со пена со помала густина.

3. Заклучок и предлог

Комисијата оцени дека изработениот магистерски труд под наслов

"Нумеричко моделирање и анализа на удобноста на возачкото седиште
кај патнички автомобил"

изработен од кандидатот Иле Мирчевски дипл. маш. инж. третира актуелна проблематика и има теоретско и практично значење на висина на исклучително успешен самостоен научно-истражувачки труд од областа на конструирањето, поткрепен со софистицираните анализи на динамиката на процесот на заемното дејството во системот седиште - човек, при што елементите на системот се претставени како објекти со нелинеарна придоата на материјалот и со сложена геометрија. Резултатите од виртуелното тестирање се поткрепени со физички експерименти. Според квалитетот на истражувањето и постигнатите резултати, овој труд во целост ги задоволува критериумите за магистерски труд. Поради тоа, Комисијата му предлага на Наставно-научниот совет на Машинскиот факултет во Скопје, да го прифати овој Извештај за магистерски труд и да закаже јавна одбрана на истиот.

КОМИСИЈА

1. Проф. д-р Татјана Кандикјан
Машински факултет - Скопје
2. Вон. проф. д-р Петар Симоновски
Машински факултет - Скопје
3. Вон. проф. д-р Софија Сидоеренко
Машински факултет - Скопје