การศึกษาผลของคุณสมบัติของระบบรองรับแบบแหนบ
ต่อความสบายในการขับขี่ของรถบรรทุกเล็ก

นางศิริธร แซ่เหล่ม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553

การศึกษาผลของคุณสมบัติของระบบรองรับแบบแหนบ ต่อความสบายในการขับขี่ของรถบรรทุกเล็ก

นางศิริธร แซ่เหล่ม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553

AN INVESTIGATION INTO THE EFFECTS OF LEAF SPRING SUSPENSION PARAMETERS ON RIDE COMFORT OF LIGHT TRUCKS

Mrs. Sirithon Saelem

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Mechanical Engineering

Department of Mechanical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Thesis Title	AN INVESTIGATION INTO THE EFFECTS OF LEAF SPRING SUSPENSION PARAMETERS ON RIDE COMFORT OF LIGHT TRUCKS
By	Mrs. Sirithon Saelem
Field of Study	Mechanical Engineering
Thesis Advisor	Assistant Professor Sunhapos Chantranuwathana, Ph.D.
Thesis Co-Advisor	Nuksit Noomwongs, D.Eng.

Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

....Dean of the Faculty of Engineering

(Associate Professor Boonsom Lerdhirunwong, Dr.Ing.)

THESIS COMMITTEE

.... Chairman

(Assistant Professor Witaya Wannasuphoprasit, Ph.D.)

.... Thesis Advisor

(Assistant Professor Sunhapos Chantranuwathana, Ph.D.)

.... Thesis Co-Advisor

(Nuksit Noomwongs, D.Eng.)

.... External Examiner

(Associate Professor Prakob Surawattanawan, Ph.D.)

ศิริธร แซ่เหล่ม : การศึกษาผลของคุณสมบัติของระบบรองรับแบบแหนบต่อความสบายในการขับขี่ของรถบรรทุกเล็ก. (AN INVESTIGATION INTO THE EFFECTS OF LEAF SPRING SUSPENSION PARAMETERS ON RIDE COMFORT OF LIGHT TRUCKS) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.สัณหพศ จันทรานุวัฒน์, อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : อ.ดร.นักสิทธ์ นุ่มวงษ์, 105 หน้า.

ในงานวิจัยนี้ แบบจำลองของสปริงแหนบได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ศึกษาผลของคุณสมบัติของระบบรองรับแบบแหนบต่อความสบายในการขับขี่ของรถบรรทุกเล็ก ซึ่งมีวัตถุประสงค์หลักคือการสร้างแบบจำลองของสปริงแหนบที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบเพื่อผลิตสปริงแหนบและเพื่อใช้สำหรับการทำนายระดับค่าความสบายในการขับขี่ แบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นนี้จะถูกตรวจสอบความถูกต้องโดยเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำลองปัญหากับผลที่ได้จากการทดลองจริงด้วยชุดแท่นทดสอบแหนบที่สามารถวัดระยะการเคลื่อนที่ภายใต้สภาวะการรับแรงแบบคงที่

แบบจำลองของสปริงแหนบที่ได้รับการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว จะถูกนำไปใช้เพื่อศึกษาผลของพารามิเตอร์ของสปริงแหนบต่อค่าความสบายในการขับขี่ของรถบรรทุกเล็กด้วยแบบจำลองระบบรองรับของยานพาหนะแบบหนึ่งในสี่ และในการจำลองแบบปัญหานั้น พารามิเตอร์บางตัวที่ใช้ในการออกแบบสปริงแหนบได้แก่คุณสมบัติของโตงเตงแหนบ (shackle) ถูกนำมาพิจารณาและหาความสัมพันธ์ต่อค่าความสบายในการขับขี่ด้วยวิธีคำนวณตามมาตรฐาน ISO 2631-1 ที่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของสปริงแหนบและชนิดของแบบจำลองของถนนที่ถูกสร้างขึ้นภายใต้สภาวะความเร็วคงที่ ผลจากการทดลองพบว่า ค่าความสบายในการขับขี่จะดีกว่าเมื่อถนนเรียบ ซึ่งค่าจะค่อยๆเปลี่ยนแปลงเมื่อเปลี่ยนชนิดของถนนจากเรียบ(very good) ไปสู่ ถนนขรุขระ(poor) แต่จะเพิ่มขึ้นอย่างฉับพลันเมื่อเปลี่ยนชนิดของถนนจากถนนขรุขระไปสู่ถนนขรุขระมาก(very poor) นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความสบายในการขับขี่จากการทดลองด้วยแบบจำลองของระบบรองรองรับที่มีสปริงแหนบแบบไม่เชิงเส้นและแบบเชิงเส้นนั้นมีความแตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองของสปริงแหนบที่สร้างขึ้นนี้มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อค่าความสบายในการขับขี่

ภาควิชา......วิศวกรรมเครื่องกล......ลายมือชื่อนิสิต..

สาขาวิชา.....วิศวกรรมเครื่องกล......ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก........................

ปีการศึกษา 2553 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ....

4970598421 : MAJOR MECHANICAL ENGINEERING

KEYWORDS : LEAF SPRING MODEL / DESIGN PARAMETERS / RIDE COMFORT

SIRITHON SAELEM : AN INVESTIGATION INTO THE EFFECTS OF LEAF SPRING SUSPENSION PARAMETERS ON RIDE COMFORT OF LIGHT TRUCKS. THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR SUNHAPOS CHANTRANUWATHANA, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : NUKSIT NOOMWONGS, D.Eng., 105 pp.

A simulation-based leaf spring model was created to study the effect of leaf spring suspension parameters on vehicle ride comfort. The main objective is to build a simulation model for ride comfort prediction from leaf spring parameters which can be used in design process. In this research, an experimental leaf spring model was verified by using a leaf spring test rig that can measure vertical static deflection of leaf spring under static loading condition.

The verified model was then used to study the effect of leaf spring parameters on ride comfort of a light truck, using a simple 2–degree–of–freedom quarter–car model. In simulation, some design parameters of leaf spring, including the effect from shackle was applied, and the relationship between ride comfort performance (ISO2631–1) and variations in leaf spring design parameters were obtained upon different types of synthetic road irregularity profiles at constant velocity. The overall results show that ride comfort is better on smooth road with gradual changes from "very good" to "poor" road and sudden increase for "very poor" road. The values obtained from the proposed leaf spring model are different from those of the linear leaf spring model's. Hence, it can be concluded that the proposed leaf spring model has significant effects on vehicle ride comfort.

Department : Mechanical Engineering	Student's Signature Sirithon Saelem
Field of Study : Mechanical Engineering	Advisor's Signature Sunhapos Chantranuwathana
Academic Year : 2010	Co-Advisor's Signature Nuksit N.

ACKNOWLEDGEMENTS

First of all, Most of values and success must be dedicated to my supervisor, Asst. Prof Dr. Sunhapos Chantranuwathana who has supported me throughout my thesis with his patience and knowledge. For many years of study, he has devoted his time to provide advice and also brought me a lot of perspective vision in solving problems.

I am also grateful for my co-advisor, Dr. Nuksit Noomwongs for his advice and valuable recommendations, especially for the inspirations on the alternative methods of leaf spring modeling.

Great admiration for a senior project team who has changed ideas and theory into a very useful leaf spring test rig, a very important element in research completion During the time of works, I have been aided by friends and the university staffs. They are very kind and helpful. I am grateful for the Department of Mechanical Engineering who has provided the support and equipment I have needed to produce and complete my thesis.

Final words, I would like to give a special thank to my family for all kind of support, encouragement and love, especially for my husband who has offered me on financial support and encouraged me to complete this work. My deeply regards to my beloved grandmother who has passed away in the very hard moment when this thesis was being carried on

CONTENTS

LIST OF TABLES

TABLE PAGE

LIST OF FIGURES

FIGURE PAGE

LIST OF ABBREVIATIONS

Terms, Abbreviations and Acronyms	Meaning
CG	Centre of gravity. The center of gravity is the average location of the weight of an object. The point at which a body's mass may be said to be concentrated for purposes of determining forces on that body.
f	Frequency (Hertz)
g	Acceleration due to gravity at earth's surface (9.81 m/s^2)
L	The distance between leaf spring eyes, representing full span length of leaf spring subjected to zero loading.
m_b/Sprung Mass	The sprung mass is the portion of the vehicle's total mass that is supported above the suspension. The sprung weight typically includes the body, frame, the internal components, passengers, and cargo, but does not include the mass of the components suspended below the suspension components such as wheels, axles and brakes.
m_w/Unsprung Mass	The unsprung mass is the mass of the various parts of a vehicle that are not carried on the springs, such as wheels, axles, and brakes.
PSD	Power Spectral Density
Ride	Ride or ride quality is quantified by acceleration measured at vehicle body while traveling on road.
RMS	Root mean square value
SAE	the Society of Automotive Engineers
Shackle	Shackle is a swinging link that connect a leaf spring with the vehicle frame to provide more degree of freedom when the leaf spring is moving under applied load.

Terms, Abbreviations and Acronyms	Meaning
α	Shackle angle (rad)
x_S/ Suspension stroke	The approximated suspension stroke or suspension displacement applied in this research is the absolute displacement of the sprung mass compared to the unsprung mass which represents vehicle ride's height upon different type of road irregularities.
x_G/Spring Deflection	The distance that a spring travels under a compressive force, measured at CG point of the leaf spring
Y/Camber Height (cm)	The leaf spring's arc length measured at axle's seat