



تأثير تركيب سلة خلفية لنقل الحمل الزائد على سلامة المركبات

The effects of Hitch Cargo Basket on Automobile Safety

الملخص التنفيذي

في هذا البحث تم دراسة تأثير وسلامة ربط سلال الاحمال الخلفية المعلقة إلى هياكل المركبات. ففي البداية تم اجراء مسح شامل لنماذج السلال المتوفرة بالسوق المحلي، ومن ثم الحصول على عينات منها لتحليل المواد المستخدمة في صناعتها وإستخدام الهندسة العكسية لإعادة رسمها باستخدام الحاسب الآلي. كما انه تم اجراء طرق التحليلات العددية لتحليل تأثير القوى وتحديد العمر الافتراضي للسلال المستخدمة وفحص جودة اللحام المستخدم فيها. كما تضمنت الدراسة أيضاً تقييم قدرة السلال على تحمل الاحمال الثابتة والمتحركة، بالاضافة لدراسة استقرار السيارات الرياضية الكبيرة (مثل مركبات الدفع الرباعي) المتوفرة في السوق السعودي مع او بدون ربط سلال الاحمال الخلفية. تظهر النتائج المستخرجة من هذه الدراسة تشابه سلوك هذه السلال عند الثبات وعند الحركة وكذلك المواد المستخدمة في صناعتها وكثافتها ومقاومتها لعزوم الدوران الانقلابية. كما تظهر دراسة النمذجة العددية للقوى والعزوم المسلطة على نماذج السلال أن عمرها الافتراضي يتراوح بين ٦٤٠ إلى ٧٦٠ ساعة عمل. وعلى الرغم أن هذه النتيجة غير مقبولة في الاحوال الاعتيادية، إلا أن هذه الصورة تصبح اكثر ازعاجا عند فحص اللحام ونعومة الاسطح بالعين المجردة والتي لا تطابق المواصفات العالمية. حيث أنه لم تتجح اي من السلال ونعومة اسطحها بإجتياز متطلبات مقاييس جمعية اللحام الامريكية، علماً بأنه سلة واحدة فقط من الخمسة التي تم إجراء الدراسات عليها اظهرت اجراء المعالجة الحرارية لها.

لم تظهر النماذج الحركية لانقلاب المركبات العائلية - متعددة الأغراض (SUV) اية مشكلات بسبب ربط السلال بحد ذاتها ولكن التحليلات المتقدمة اظهرت اتجاهات مقلقة بخصوص استقرار هذه المركبات حسب المصادر الدولية. هنا، وبالرغم من استمرار المركبات العائلية - متعددة الأغراض (SUV) بتحسين معايير استقرارها كما يظهر من النتائج الرقمية لمعيار الثبات الساكن المشهور والمؤلف من قبل الهيئة الوطنية للنقل والطرق السريعة الامريكية بسبب استمرار جهود اعادة التصميم من قبل منتجي المركبات ، فان بعض انواع المركبات العائلية - متعددة الأغراض (SUV) أظهرت انخفاضاً في معاملات الاستقرار الساكن لها - بالتحديد سيارات "السوبربان". كما توجد مشاكل اخرى بحاجة الى بحث آخر مثل تلك المتعلقة بسيارة "اللانذكروزر" من نوع "ترووب كارير" والتي يشابه هيكلها "شاصيها" هياكل العديد من المركبات العائلية الاخرى الموجودة بالمملكة من نفس الماركة والتي لم يتم دراستها



هنا وهي تستخدم بكثرة في المناطق الصحراوية. ان ورود مثل هذه المشاكل في تقرير عن حوادث الانقلاب الجانبي لمركبات الشرطة الاسترالية يشير الى انخفاض معيار الاستقرار الثابت مع عدم وجود اية دراسات مستقلة بخصوصه. بالنظر لسوء الجودة الظاهره لجميع سلال الاحمال الخلفية للمركبات العائلية - متعددة الأغراض (SUV) (المحلية والمستوردة) المتوفرة في السوق المحلي، وغياب أية آليات للتأكد من وجود السلامة للمركبات العائلية - متعددة الأغراض (SUV) المستوردة وانخفاض معامل الاستقرار الثابت لبعضها (Static Stability Factor) (SSF)، فإننا نوصي بوضع موصفة قياسية تحدد المتطلبات والمعايير الفنية الضرورية للحد من واردات المركبات العائلية - متعددة الأغراض (SUV) المستوردة وملحقاتها المتوفرة في السوق، ومن ثم ستحتاج تلك المواصفات القياسية إلى سلطة تنفيذية لضمان التطبيق. ايضا، فانه ينصح هنا باجبار كل بائعي سلال الحمولات الخلفية بتوفير كتيب تعليمات يوضح طريقة التركيب والاستخدام الآمن مع معلومات عن العمر المتوقع لكل منتج وليس فقط كتابة مقدار الحمولة القصوى على الكرتون الخارجي للمنتج، كما هو الحال مع العديد من المنتجات الاخرى التي تأتي مع تعليماتها.

خاتمة البحث

هذا البحث يقدم نتائج التحليلات الشاملة لسلال التحميل الخلفية و الانقلاب الجانبي للمركبات العائلية - متعددة الأغراض (SUV). كما يحتوي على نوعين من التحليلات التجريبية والنمذجية. وستقدم مختلف النتائج تحت مواضيع مختلفة.

تم إجراء اختبارات المواد لمعرفة التركيب الجزيئي للمادة المصنعة منها كافة السلال وكذلك تحديد الخصائص الميكانيكية المختلفة. وقد اظهرت دراسة العمر الافتراضي "طول فترة حياة السلال" المبينة الموجودة ضمن برامجيات "التحليلات العددية للنماذج الجامده" عدم وجود فروقات مهمة في العمر الافتراضي لمختلف التصميم والمستخدم في ظروف متماثلة. كما اظهرت الدراسات ان الترددات الطبيعية الخمسة الاولى لجميع السلال تقع ضمن الترددات من ٤٠ الى ١٧٨ هرتز والتي تعتبر منخفضة نوعاً ما، بالذات عند القيادة على شوارع اسطحها تحتوي على مطبات، علما بأن جميع السلال فشلت في اجتياز المواصفات الامريكية القياسية للحام برغم أن نتائج اعمارها اظهرت طول فترة العمر النظرية لهذه السلال. هنا و بحسب نتائج التحليلات العددية للنماذج (والتي قد لا تكون دقيقة بسبب عدم مطابقة فرضيات التحليلات مع الظروف الواقعية ومشاكل دقة الحسابات) فان "طول فترة حياة النماذج" تعود لكون "المطبات" المستخدمة في تحليل هذه النماذج تعطي احتماليات فشل اقل من تلك المتوقعة في الواقع ولذلك ستكون جميع معدلات طول عمر القطع المتوقعة اقل منها في الحقيقة.



كما اظهرت نتائج التحليلات الحركية انخفاض تأثير اضافة سلال الاحمال الخلفية على ادائية انقلاب المركبات الجانبي بسبب انخفاض نسبة مساهمتها لكتلة وعزم القصور الذاتي للانقلاب الجانبي لهذه المركبات مقارنة لما هو متوفر لدى هذه المركبات اصلا. هذا وقد اظهرت الدراسات ايضا ان بإمكان السائق تخفيض تأثير اضافة السلال بتقليل سرعة المركبة بمقدار ٥-١٠ كلم/ساعة. كما اظهرت النتائج القدرة العالية للمركبات العائلية - متعددة الأغراض (SUV) الكبيرة للانقلاب الجانبي السريع وبزاوية أكثر من ٢٥ درجة او أكثر خلال اقل من ثانية واحدة من بدء الانقلاب (ارتفاع الاطارات على احد جانبي المركبة) مما يمثل مشكلة لقدرة السائق على تعديل اتجاه مقود القيادة اثناء مروره خلال منحنيات / استدارات الطريق . ايضا تقوم شركات اخرى مثل تويوتا بالدعاية لمركبتها "السيكويبا" بان لديها مركز ثقل عال وذلك لزيادة مجال الرؤية للركاب. ومما يزيد من القلق هو الانخفاض الحاصل مؤخرا في معايير الاستقرار الساكن لها (مثل "الشفروليت سبريان") بعكس الارتفاعات السابقة بالاضافة لنتائج الدراسات التي تم القيام بها بخصوص "اللاندا كروز التي يشابه هيكلها هيكل العديد من المركبات المستخدمة في المملكة للرياضات الصحراوية والتي لم يتم دراستها وقد اظهرت دراسات على مركبات الشرطة الاسترالية قدرتها على الانقلاب بسبب انخفاض معامل الاستقرار الساكن لها.

هنا وبالنظر الى ضعف جودة جميع السلال (المحلية والمستوردة) المتوفرة في السوق وبغياب اية قدرة على السيطرة على استيراد المركبات الرياضية ومعايير سلامتها فانه ينصح هنا باستحداث لائحة مواصفات ومقاييس للتحكم بواردات ومبيعات السيارات الرياضية (وملحقاتها المتوفرة بالسوق) والتي ستحتاج لسلطات تنفيذية لضمان التطبيق . كما يقترح اجبار جميع مزودي السلال بتوفير جميع منتجاتهم مع كتيب تعليمات يوضح التركيب والاستخدام ومعدل العمر والوزن الاقصى، كما هو الحال لمختلف المنتجات الصناعية الاخرى بالسوق والتي تحتوي على ارشادات دقيقة لطريقة استخدامها.

نتائج الدراسة والتوصيات

بناءً على الدراسة الخاصة بتركيب السلة الخلفية لنقل الحمل الزائد على سلامة المركبات فإنه يمكن أن نستخلص النتائج التالية:

- جميع ما يتم تداوله في السوق المحلية غير معتمد من قبل الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة.
- لا تتوفر معها وسائل السلامة المرورية مثل المصابيح، كما وأنها تحجب المصابيح الخلفية للمركبة.
- تؤثر على توازن المركبة نتيجة تغيير مركز ثقلها.



- تدني مستوى جودة المواد المصنوعة منها وكذلك طريقة تصنيعها، ويتم تركيبها بطريقة عشوائية من قبل أشخاص غير مؤهلين وبدون كتيب إرشادات.
- لا يوجد بها بيانات إيضاحية مثل أقصى حمولة ونوعها.
- ليست من تصميم الشركات الصانعة للمركبات أو من شركات متخصصة بصناعة ملحقات المركبات كما وأنها لم تُصمم وفقاً للوائح الفنية الخاصة بملحقات المركبات المعتمدة عالمياً.
- قد تؤدي إلى مخاطر الحريق بسبب قربها من عادم المركبة أو التصادم الخلفي ولا يمكن تركيبها على جميع المركبات.

وعليه فإنه يوصى بفرض منع شامل على مبيعات جميع سلال المركبات، حتى يتم وضع لائحة فنية ومواصفات تعالج جميع المشكلات المتعلقة بجودتها واستخدامها.

كما أظهرت الدراسة نتائج أخرى خاصة باستقرار المركبات العائلية على الطريق ومن ذلك:

- انخفاض معامل الاستقرار الساكن للمركبات العائلية ومدى علاقته بانحرافها وانقلابها.
- البدء بتحقيق دقيق بخصوص انقلاب مركبات عائلية وخاصة مركبات تويوتا مثل "السيكوي" و"اللاندرورز" باستخدام التجارب الدقيقة.

وعليه فإنه يتطلب إنشاء قاعدة بيانات للمتابعة الاحصائية لحوادث المركبات العائلية-متعددة الأغراض (SUV) واستحداث اختبارات خاصة بمعامل استقرار هذه النوعية من المركبات الساكن والمتحرك وكذلك وضع لائحة فنية / آلية للتطبيق لجميع واردات هذه النوعية من المركبات بالإضافة إلى تتبع أداء شركات تصنيع المركبات بالنسبة لمعامل الاستقرار الساكن (SSF)، وتوفير إمكانية فنية لإجراء الاختبارات الضرورية ذات العلاقة.



The effects of Hitch Cargo Basket on Automobile Safety

Abstract

In this research, the effects and safety of attaching hitch cargo baskets onto automobiles structures will be studied. Starting with an initial surveying of the hitch basket models commercially available in the Saudi market, material analyses and reverse engineered CAD drawings are created. A detailed FEA analyses of the structures and product life time analyses will be conducted along with a detailed inspection of the welding quality used. It will also include the ability of the hitch cargo basket to withstand both static and dynamic loads. The study will also assess the stability of SUV commonly available in the Saudi market, with and without the hitch baskets.

Findings from this study indicate relatively similar static and dynamic behaviors of the hitch baskets themselves from material types, density and roll inertia points of view. The FEA predicted life time for the hitch baskets ranged between 640 and 760 operating hours. While this is not an acceptable outcome life, a more disturbing picture becomes apparent by the visual inspection of the welding points and surface finishing which do not match international standards. None of the hitch baskets welding/surface finishes matched those required by the American Welding Society (AWS) Standards and only one of the 5 tested seemed to have been heat treated.

By themselves, dynamic models of SUV rollover indicated that the hitch baskets did not seem to add any potential by themselves, however, further analyses of international SUV stability trends showed worrisome tendencies. Despite continuous improvement in SUV stability as indicated by NHTSA's famous Static Stability Factor (SSF) index, mainly attributed to auto suppliers re-design efforts, some newer SUV's showed a reduction in their SSF criteria, namely with the Suburban SUV. Other problems need further inspection especially in relation to the Landcruiser (Troop Carrier) vehicle whose chassis seems similar to many other SUVs used in KSA that were not analyzed here and tends to be used in sand-sports. A testing report noted here for such vehicles used by Australian police indicated their capability to roll due to their seemingly low SSF value.

In view of the evidently bad quality of all (local and imported) hitch baskets available in the market, and the absences of any controls on imported SUVs safety criteria and some of the decline in SSF results, it is hereby advised to establish regulatory requirements/dedicated office to track/regulate SUV imports (and marketed accessories) importation/marketing. Such an office will obviously need enforcement capabilities to insure adherence. Also, it is hereby advised to enforce all hitch basket suppliers to provide their products with a detailed how to use/install and product life info and not just the maximum weight allowed, as is the current situation, similar to many other commercial products coming with detailed instructions.

CONCLUSIONS

This report presents the comprehensive joint hitch basket and SUV rollover safety analyses results. It contains a combination of testing and modeling works. Results are submitted under separate sections. Material testing results indicated the ferrous base of all the baskets studied with varying mechanical material properties. An FEA-Fatigues analyses showed almost no differences in expected life spans of



the baskets operating under similar operating conditions. The five most common natural frequencies of all hitch baskets were within the 40 to 178Hz range, considered to be somewhat low for safety especially when driving on a bumpy road. All hitch the baskets failed to pass the American Welding Society standards despite some of them offering long life spans, based on rigid body FEA modeling which may not be accurate therefore. This is further troubled by the assumption/BCs error of the fatigue model used. With the road excitation "bumps" entered into the model, a lesser tendency to fail will occur in comparison to the failure rates that should be expected in reality. Hence, all the expected life spans predicted here are lower in reality.

Modeling efforts showed the little effect hitch baskets have on a vehicle's roll behaviour due to its small mass/roll inertia contribution to the much larger contributions offered by the SUV itself. Moreover, as a result of this study, it is appeared that the driver should reduce the speed in a range of 5-10 Km/hr to eliminate the effect of adding the hitch cargo basket. While not modeling driver steering responses, SUV potential to rollover remain high as evident by its capability to roll by 25o or more within the single one second after the onset of rollover (lift-off of one side tires). This presents a problem with regards to the driver to steer-correct his driving style around road turns/curvatures. Further disturbing data became evident due to some SUVs lately lowering their SSF values (Chevrolet-Suburban SUV) - despite initial rises earlier-. Others (Toyota-Sequoia SUV) are advertising the fact that they have a high C.G height to increase visibility. An even more disturbing un-intentional finding came in the reporting of low rollover resistance indices held by Troop Carrier Landcruiser SUV used by Australian police and tested at Monash University, Australia where high rates of accidents were documented by this vehicle. The chassis of this particular SUV seems to be shared by the older version of Landcruiser in the Kingdom of Saudi Arabia used by exotic hobbyists' sand drifting activities without any statistical documentation of its accidents levels/conditions.

STUDY RESULTS AND RECOMMENDATIONS

Based on the study of the effects of hitch cargo basket on vehicle safety, we can draw the following:

- All trading in the local market is not approved by the Saudi Organization for Standardization, Metrology and Quality.
- It does not have traffic safety devices such as lamps, and it also obscures the rear lights of the vehicle.
- Affects the balance of the vehicle as a result of changing the center of gravity.
- Low material quality used and poorly manufactured. It is also installed randomly by unqualified persons without an instructor manual.
- There is no explanatory data, such as maximum load and type.
- Not designed by vehicle manufacturers or companies specialized in vehicle accessories and has not been designed in accordance with the technical regulations for vehicle accessories recognized globally.



الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة
Saudi Standards, Metrology and Quality Org.

- May lead to fire hazards due to proximity to the vehicle exhaust system or attached to the rear bumper and cannot be installed on all vehicles.
- It is therefore recommended, that a comprehensive ban be imposed on the local sales of all vehicle hitch baskets until a technical regulation and specifications are developed to treat all problems related to their quality and use.
- The study also showed other results for the stability of SUV vehicles on the road, including:
 - The low value for static stability coefficient of SUV vehicles and it is associated with a rollover.
 - Initiate a thorough investigation into the overturning of SUV vehicles, especially Toyota vehicles such as Sequoia and Land Cruiser, using precise testing.
- Therefore, it requires to create database to statistically track SUV accident data and develops a static and dynamic tests for the stability of SUV vehicles. It is also required to make a regulation/implementation of SUV imports that keeps track of manufacturer SSF performance numbers and creating a dedicated a technical capability within SASO to keep track of all vehicles SSF numbers using tilt table units.