

¿Cómo han evolucionado los temas de nuestros artículos de investigación?

La metodología planteada para el cálculo de vehículos cisterna criogénicos ha sido utilizada para el desarrollo de algunos modelos nuevos de vehículos semirremolque de caja cuadrada, desarrollados por las empresas LECIÑENA S.A., LECITRAILER S.A. y para su diseño y optimización estructural contemplando el posible fallo por fatiga. No se han desarrollado nuevas correlaciones experimentales de vehículo completo pero se están trabajando en diversas líneas de investigación encaminadas a la obtención de correlaciones y modelos de simulación numérica de zonas locales de soldadura, que permitirán obtener un mayor grado de precisión en la simulación de las uniones soldadas.

DISEÑO FRENTE A FATIGA DE SEMIRREMOLQUES CISTERNA

Ramón Miralbes Dr. Ingeniero Industrial. (UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA)

Luis Castejón Dr. Ingeniero Industrial. (UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA)

Publicado en DYNA (septiembre 2010)

RESUMEN DEL ARTÍCULO ORIGINAL

El propósito de este artículo es establecer una metodología para el diseño frente a fatiga de un semirremolque cisterna que permita dimensionar este tipo de vehículos frente a este tipo de fallo. Se analizará el fallo tanto del material base como de las soldaduras y de las zonas afectadas térmicamente (ZAT) frente a las maniobras más desfavorables a las que puede estar sometida esta parte del vehículo articulado. Para ello será necesario definir las maniobras, establecer la metodología de cálculo frente a fatiga, el modelo de material, etc.

Se realizará además una correlación numérico-experimental de probetas soldadas frente a fatiga, lo que nos permitirá validar el modelo numérico de soldadura utilizado.

COMENTARIO ACTUAL

Ramón Miralbes Dr. Ingeniero Industrial. (UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA)

Luis Castejón Dr. Ingeniero Industrial. (UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA)

El artículo "Diseño frente a fatiga de semirremolques cisterna" se planteó como una nueva metodología de diseño de vehículos semirremolque, en este caso centrada en el mundo de los semirremolques cisterna.

Hace aproximadamente diez años se introdujo en el ámbito del diseño de semirremolques una nueva metodología de diseño basada en la utilización de herramientas numéricas de elementos finitos en el cálculo estructural de semirremolques.

En España el grupo de investigación VEHIVIAL fue pionera en la introducción de dicha metodología aplicada a vehículos semirremolque para empresas punteras en el mercado como son LECIÑENA S.A., LECITRAILER S.A. y ROS-ROCA INDOX S.A. permitiendo diseñar los vehículos atendiendo a criterios de rigidez y resistencia reales; con anterioridad el diseño se realizaba utilizando la técnica de prueba y error, partiendo de modelos anteriores de vehículos similares y proponiendo nuevos diseños con cambios moderados. Esta metodología de diseño generaba unos vehículos excesivamente conservadores y sobredimensionados y, generalmente con una distribución de rigideces locales desequilibrada. Con la introducción de los cálculos con elementos finitos, se redujo considerablemente el peso de este tipo de vehículos, reduciendo el peso en las zonas sobredimensionadas y aumentando la resistencia en aquellas zonas más débiles.

Esta metodología se basa en el análisis de las tensiones de Von Mises por piezas y en la aplicación de un coeficiente de seguridad mínimo, generalmente de dos sobre el límite elástico del material, para el cálculo de resistencia. Esta metodología resulta apropiada en aquellos casos de carga "habituales" que el vehículo debe soportar a lo largo de toda su vida de forma muy repetitiva y que por tanto debe tener una vida frente a fatiga infinita.

Sin embargo existen otros casos, principalmente el de giro de radio mínimo, que se ha presentado en el artículo que son casos poco "habituales" y que se producen solo unas pocas veces (< 20.000) a lo largo de la vida útil del semirremolque. Es por ello que si se aplica una metodología de diseño basada en el cálculo resistente con coeficientes de seguridad altos (>2) se consigue un vehículo excesivamente sobredimensionado y pesado. Por ello se propone la utilización de cálculos frente a fatiga con elementos finitos para diseñar de forma adecuada el semirremolque para que sea capaz de soportar estos casos de carga extremos un determinado número de veces. Por ello se propone una metodología de diseño final basada en la utilización del cálculo estructural para casos de carga habituales y de cálculo frente a fatiga para casos de carga extremos como el de giro de radio mínimo, que, según la experiencia adquirida por el grupo VEHIVIAL en numerosos ensayos experimentales con semirremolques monitorizando las tensiones mediante galgas extensiométricas, es el caso más desfavorable al que puede estar sujeto un vehículo de este tipo.

En cuanto a las aplicaciones reales de la metodología presentada, ésta sirve para completar la metodología de diseño estructural de vehículos semirremolque, en este caso de vehículos cisterna junto con el cálculo estructural mediante el MEF y diseñar este tipo de vehículos de forma adecuada para que tengan un comportamiento óptimo para una determinada vida útil y un peso y precio lo menor posible.

Esta metodología se está introduciendo en el diseño de los semirremolques de las principales empresas nacionales: LECIÑENA, LECITRAILER, ROS-ROCA INDOX, etc. en proyectos desarrollados en colaboración con el grupo VEHIVIAL y supone un avance de diseño que permite alcanzar unos niveles óptimos de optimización estructural y reducción del peso de los semirremolques, que repercutiendo directamente en un ahorro de combustibles, un aumento de la capacidad de carga, una reducción del coste del vehículo, etc.

Así pues se han desarrollado diversos vehículos semirremolque tanto cisterna como de otro tipo, que se han introducido últimamente en el mercado, con reducciones considerables de peso; en estos vehículos se han realizado ensayos extensiométricos para analizar los resultados obtenidos numéricamente sobre todo en el caso se carga de giro de radio mínimo con un nivel de correlación bueno, lo que permite validar la metodología y los resultados obtenidos.

Por otro lado el grupo VEHIVIAL en colaboración con la empresa LECITRAILER S.A. están desarrollando proyectos de investigación experimental frente a fatiga en semirremolques completos. Para ello se ha desarrollado una bancada de ensayo para semirremolques en la empresa LECITRAILER que permite este tipo análisis; en el futuro se realizará una correlación de los resultados obtenidos numéricamente con la metodología propuesta en el artículo y con los resultados obtenidos para un semirremolque de caja cuadrada, pero actualmente aún se está desarrollando el ensayo del primer vehículo. Esto permitirá correlacionar los ensayos numéricos con los experimentales, analizando el error que puede aparecer.

Actualmente el análisis frente a fatiga para semirremolques a nivel internacional es totalmente novedoso y no existen artículos ni experiencias sobre el tema, ya que los semirremolques se siguen diseñando utilizando únicamente criterios de diseño de resistencia frente a casos habituales de carga, criterio claramente insuficiente frente a casos de carga extremos; hay que decir que esta metodología de diseño se utiliza ampliamente en otros sectores de la automoción como el sector del automóvil o de las cabezas tractoras, por lo que ha sido ampliamente estudiada, pero no se ha aplicado al mundo del semirremolque, por lo que se prevé que una alta repercusión del artículo y la incorporación de esta metodología de diseño en las metodologías existentes.



Detalle de la colocación de una galga del ensayo extensiométrico en el travesaño central de la suspensión



Ensayo de giro de radio mínimo