
ANÁLISIS DE OBSTRUCCIÓN EN MANGUERA 4880 LOCALIZADA EN EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE UN AUTOMÓVIL

Victor Hinojos, Lázaro Rico Pérez, Jorge Luis García Alcaraz, Jesús Andrés Hernández Gómez

Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RESUMEN

En este trabajo, el software ABACUS es usado para analizar el efecto de las diferentes longitudes y radios de curvatura sobre la obstrucción de la manguera del sistema de aire acondicionado en la fase de diseño de un automóvil. Además, una ecuación es usada para determinar la longitud mínima de la manguera de tal forma que no presente alguna obstrucción cuando esté en funcionamiento. Los resultados mostraron que con la longitud mínima de la manguera, la obstrucción puede ser evitada y por lo tanto, el fluido enfriador desempeñara su trabajo de manera satisfactoria.

Palabras clave: Sistema de Enfriamiento, Diseño, ABACUS, Automóvil.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el confort es un factor que contribuye significativamente en el buen desempeño operativo de las actividades humanas (*Qi Jie, 2009; Jacqueline, 2007*). Recientemente una amplia variedad de investigaciones se han realizado en esta área. En el caso de la industria automotriz, este factor no se debe subestimar; especialmente el confort en la cabina del automóvil.

Dentro de la cabina del operador, el acondicionamiento del aire es una de las características de calidad demandada por los clientes. Además de que el sistema de aire acondicionado proporciona confort al cuerpo, este también puede contribuir a evitar accidentes ocasionados por la fatiga. De acuerdo a estadísticas (*Lee et al., 2011; Mogens 1989; Corfitsen, 1999; Daziel y Soames, 1997*); una amplia variedad de accidentes son ocasionados por el cansancio del operador derivado de la falta de confort

dentro de la cabina del automóvil, tal es el caso del ineficiente acondicionamiento del aire dentro del automóvil. Por lo tanto, el sistema de refrigeración que acondiciona la cabina debe ser diseñado e instalado satisfactoriamente.

El sistema de aire acondicionado tiene una amplia variedad de componentes, sin embargo, unos de los elementos clave dentro del sistema de refrigeración del automóvil son las mangueras; las cuales, cuya principal función es la de conducir el refrigerante por todos los componentes del sistema. Estos elementos están sujetos a cambios severos de presión y además a vibración constante generada por los componentes del automóvil; por lo tanto, el diseño, fabricación, empaque e instalación son factores que significativamente afectan su desempeño operativo.

En el caso del diseño y fabricación, estas deben de cumplir ciertas

normas técnicas; así por ejemplo, de acuerdo a especificaciones, la manguera debe ser fabricada recubriendo el tubo principal de conducción con varias capas de refuerzo y en su superficie externa, la cubierta para que soporte satisfactoriamente las altas presiones del sistema. También, el diámetro interior de la manguera es un parámetro que afecta el desempeño del sistema. En la Industria actual, es común utilizar la manguera de 16 mm para la línea de succión y la manguera de 10 mm para la línea de descarga. Por otro lado, si la manguera tiene que llevar un radio de curvatura en su instalación para su funcionamiento satisfactorio entonces sus ángulos e instalación deben ser analizados cuidadosamente, además, se ha determinado que también influye el empaquetado del proveedor.

Con respecto al radio de curvatura y longitud de la manguera, factores a discutir en este proyecto de investigación, estos parámetros de diseño deben ser atendidos adecuadamente durante la instalación de la manguera, un radio de curvatura y largo inadecuado ocasionan torcedura y obstrucción en la manguera la cual causara caídas en la presión del sistema de refrigeración y por lo tanto un desempeño operativo inadecuado. La fig. 1 muestra dos tipos de doblez de la manguera, el doblez de lado derecho no se debe de hacer puesto que se generan cambios bruscos de dirección lo cual puede ocasionar una falla prematura de la manguera. La fig. 2, muestra la obstrucción de la manguera por doblez. Esta falla se debe a un radio de curvatura inadecuado.

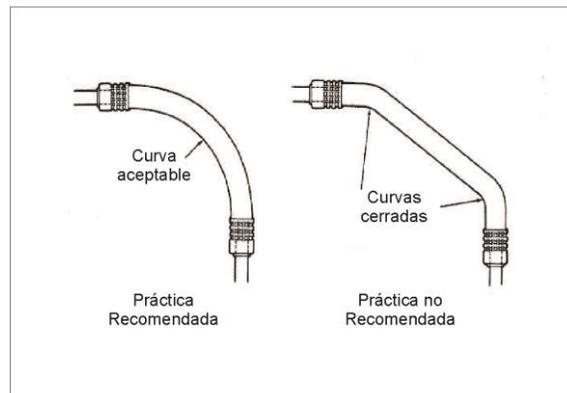


Fig. 1. Tipos de Doblez en Mangueras.



Fig. 2. Obstrucción de Manguera por Doblez

En la actualidad, en la industria automotriz se analizan cuidadosamente las torceduras y obstrucciones de la manguera ocasionadas por un deficiente empaque por parte del proveedor o por un radio de curvatura y longitud inadecuado. En el diseño de la manguera, ingeniería de diseño aplica una ecuación llamada cálculo de la longitud mínima de la manguera; la que relaciona el radio de curvatura con la longitud. Esta ecuación será validada en este trabajo cuyo problema de investigación se discute a continuación.

En una planta automotriz de la localidad de Ciudad Juárez Chihuahua, se tiene un problema en la celda de ensamble final número 1, la manguera 4880 se dobla y por consiguiente obstruye la circulación del refrigerante provocando la caída de presión en el sistema. Para resolver este problema, se propone en este estudio revisar el procedimiento del empaque de la manguera con el proveedor y adicionalmente realizar un análisis de esfuerzo sobre la manguera bajo diferentes radios de curvatura o doblez usando la ecuación de mínima longitud.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo de investigación se utilizó el software ABACUS, el cual es un programa de simulación de gran alcance. Este programa opera bajo el entorno del elemento finito.

Se analizó el comportamiento de la manguera bajo condiciones normales de operación. Este análisis fue realizado en las instalaciones del proveedor; para esto, fue simulado el funcionamiento de la manguera tal y como funciona en el automóvil. Puesto que la manguera es de baja presión, fue sometida a vacío parcial; posteriormente fue montada en un escantillón para medir el radio de curvatura y compararlo contra los estándares establecidos de diseño.

Posteriormente, la manguera fue sujeta a un análisis de esfuerzos bajo diferentes longitudes y radios de curvatura. Adicionalmente se analizó el esfuerzo desarrollado en la manguera con una longitud mínima obtenida de la ecuación (1):

$$\text{Longitud mínima de la manguera} = \frac{\text{ángulo de curvatura de la manguera}}{360} * 2 * \pi * \text{radio de curvatura} \quad (1)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez que la manguera fue sometida a las condiciones de trabajo aplicándole un vacío durante 5 minutos para posteriormente ser montada en el medidor se encontró que la manguera no presenta fallas es decir: todas las capas están presentes, no hay delaminación en ninguna de sus capas y los diámetros interior y exterior están de acuerdo a las especificaciones técnicas de la manguera.

Con respecto al análisis de esfuerzos aplicado a la manguera, este se realizó bajo diferentes condiciones de operación. Así en la fig. 3, se muestra la porción de la manguera de 300 mm de longitud en

ausencia de curvatura. Según se observa no existen zonas de concentración de esfuerzos

En la fig. 4 se muestra la porción de la manguera de 300 mm de longitud y sujeta a un radio de curvatura según especificaciones de diseño de 100 mm. En la figura se muestra la zona de concentración de esfuerzos ocasionada por las fuerzas producidas por el radio de curvatura en la manguera.

La fig. 5, muestra una mayor obstrucción en la manguera producido por un radio de curvatura de 100 mm y una longitud de la manguera de 250 mm.

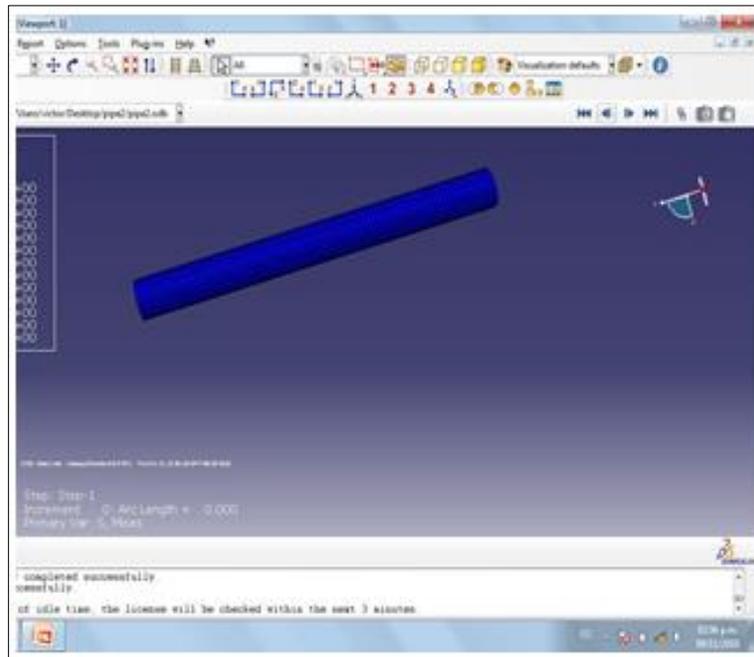


Fig. 3. Análisis de Esfuerzo es Manguera de 300 mm de largo y cero radio de Curvatura.

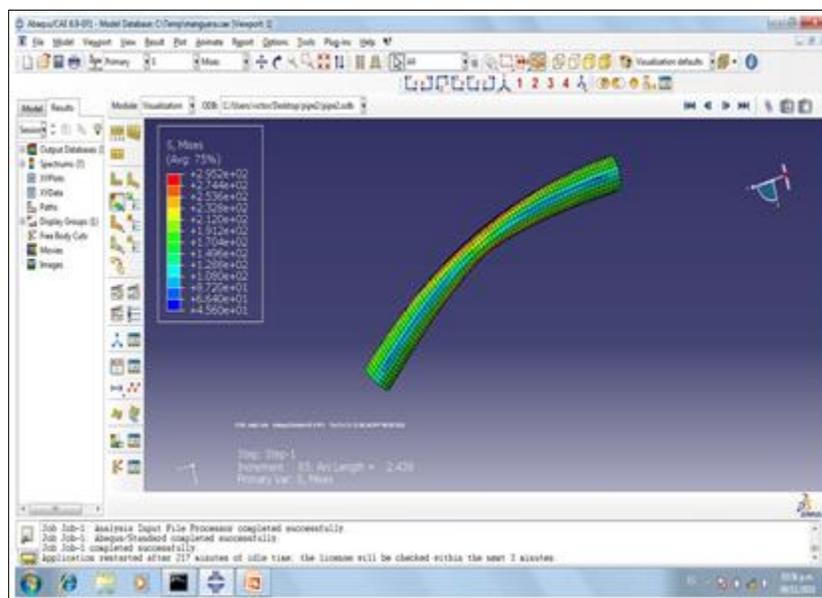


Fig. 4. Concentración de esfuerzos en Manguera de 300 mm de largo y sujeta a una curvatura de 100mm

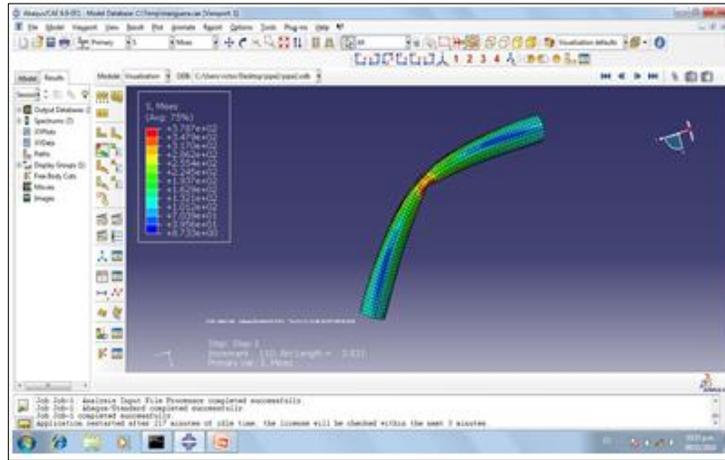


Fig. 5. Obstrucción en la Manguera causada por un radio de curvatura de 100mm.

Teóricamente, si el radio de curvatura y el largo de la manguera disminuyen, entonces se produce una obstrucción. Para resolver este problema, se aplicó la ecuación 1 para obtener la longitud mínima de la manguera, dado el radio y el ángulo de curvatura. Según especificaciones de diseño para un modelo particular de un automóvil, el ángulo y radio de curvatura de la manguera tienen que ser 230° y 100 mm respectivamente. Por lo tanto, sustituyendo en la ecuación 1 se obtuvo una longitud mínima de la manguera de 400 mm.

Longitud mínima de la manguera =

$$= \frac{230^\circ}{360^\circ} * 2 * \pi * 100\text{mm} = 400\text{mm}$$

En la fig. 6 se muestra el comportamiento de la manguera sujeta a radio de curvatura y longitud de 100 mm y 400 mm respectivamente. En la figura se aprecia la ausencia de concentración de esfuerzos bajo estas condiciones de operación.

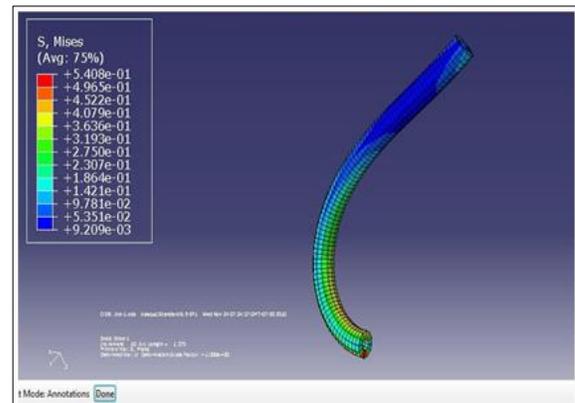


Fig. 6. Efecto de la concentración de esfuerzo bajo un largo y radio de curvatura de 100 y 400 mm.

(2)

CONCLUSIÓN

Se corroboró que la ecuación empleada para calcular la longitud mínima de la manguera, a partir de un radio de curvatura, proporciona un valor satisfactorio impidiendo que la manguera presente algún doblez u obstrucción del flujo lo que impediría el funcionamiento satisfactorio del sistema del aire acondicionado del automóvil.

Trabajo a futuro

Se recomienda para trabajos futuros continuar validando esta ecuación bajo diferentes condiciones de trabajo en el automóvil y en diferentes modelos de carros.

REFERENCIAS

Lee, D. Milia, H. Smolensky, C. Giovanni, D. Howarth, H. Ohayon, M. Philip, P. (2011). *Demographic factors Fatigue, and driving accidents: An examination of the published literature*, Accidents Analysis and Prevention (43) 516-532.

Mogens, T. (1989) *Fatigue in Multiple car Fatal Accidents*, Forensic Science International (40): 161-169.

Dalziel, J. y Soames, R.F. (1997) *Motor Vehicle Accidents, Fatigue and Optimism Bias in Taxi*.

Corfitsen, M.T. (1999). *Fatigue among young male night-time car drivers: is there a risk-taking group*, Safety Science (33): 47-57

Qi, J.K. Nor, M.A. Sai, H.T. (2009) *Effect of Environmental Confort Factors in Enclosed Transitional Space Toward Work Productivity*. American Journal Of Environmental Sciences 5(3): 315-324

Vischer, J.C. (2007). *The effects of the physical environmental on Job Performance towards a theoretical model of workspace stress*. Stress and Health 23: 175-184.