

T  
629.2  
CAMp



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

Facultad de Ingeniería Mecánica

“Proceso en serie de reconstrucción de  
zapatas de frenos para vehículos”

## Informe Técnico

**Previa a la obtención del Título de  
INGENIERO MECANICO**

Presentado por:

**VICTOR A. CAMPOVERDE AGURTO**

Guayaquil - Ecuador

1991

DECLARACION EXPRESA:

"La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este Informe, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo a la "ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL)

  
-----  
VICTOR A. CAMPOVERDE AGUIRRE

**AGRADECIMIENTO:**

A mis padres, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral y sus profesores que supieron inculcarme la formación recibida.

**DEDICATORIA:**

A mi abuelita,  
a mis padres,  
a mis hermanos,  
a mi esposa Patricia  
y a mi hijo Víctor Andrés



-----  
ING. NELSON CEVALLOS  
DECANO DE FACULTAD  
DE INGENIERÍA MECÁNICA



-----  
ING. MANUEL HELGUERO  
DIRECTOR DE INFORME  
TECNICO



-----  
ING. EDMUNDO VILLACIS  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

**TITULO: "PROCESO EN SERIE DE RECONSTRUCCION DE ZAPATAS DE  
FRENOS PARA VEHICULOS**

**TEMARIO**

**Capitulo I.- Antecedentes**

- 1.1.- Historia
- 1.2.- Justificación del tema propuesto
- 1.3.- Objetivo

**Capitulo II.- Descripción General**

- 2.1.- Descripción de la planta
- 2.2.- Máquinas y equipos a utilizar
- 2.3.- Materiales a utilizarse
- 2.4.- Metodología del Proceso

**Capitulo III.- Pruebas: Antes, durante y finalizado el proceso**

- 3.1.- Control de calidad de partes metálicas de zapatas
- 3.2.- Tipos de fallas y formas de solucionarlas
- 3.3.- Control de calidad final

**Capitulo IV.- Conclusiones y recomendaciones**

**Capitulo V.- Apéndice**

## RESUMEN

Dentro de las actividades que desarrolla la Empresa en la que presto mis servicios, esta el proceso de revestimiento de zapatas de freno para vehículos de sistema hidráulico y de aire.

Los frenos de un vehículo tienen una vital importancia, pues de ellos depende la vida de los ocupantes del mismo.

En tal virtud estime que debido a la creciente demanda en la reparación del sistema de frenos se hayan introducido cambios dentro del mercado, y se adopte un proceso en serie de reconstrucción de zapatas, para lo cual implemente una serie de técnicas y parámetros de seguridad para brindarle al cliente la confianza del producto que ofrecemos. Este proceso tiene como ventajas fundamentales:

- A) Entrega inmediata de zapatas al cliente lo que evita una espera de aproximadamente 2 horas como se realiza con el otro sistema.
- B) La seguridad de que el trabajo será realizado con un control de calidad sencillo pero efectivo.
- C) La utilización de zapatas con la presentación y

confianza de calidad similar a las compradas en el mercado como nuevas.

Para la implementación del proceso me ví en la necesidad de diseñar y fabricar hornos, prensas manuales y una serie de implementos básicos; además de la utilización de una máquina granalladora, engomadora y otra para realizar el control de calidad.

La selección de gomas, barniz, material metálico, material de fricción ha sido basado en normas técnicas internacionales, variando en nuestro caso tiempos de secado, cantidad de goma utilizar, tiempo de granallado y temperatura de horno para curado.

En el desarrollo del informe y de acuerdo al temario que presento, detallaré los puntos mencionados anteriormente, cabe mencionar que el proceso a pesar de estar habilitado, no esta funcionando al momento con el 100% de su capacidad instalada como lo explicaré posteriormente.

## Capitulo I.- ANTECEDENTES

### 1.1.- HISTORIA

Este proyecto se remonta aproximadamente a cuatro años atrás, donde inicialmente se recopiló información estadística de: Vehículos ingresados al país, producción nacional y vehículos antiguos que utilicen zapatas pegadas (es decir vehículos livianos). Complementamos la información con recopilación de datos de clientes que asisten a nuestros puntos de venta. Luego de procesar la información se estableció las zapatas con que inicialmente se iba a iniciar el proceso; en enero de 1990 lo hicimos pero hasta el momento no hemos alcanzado los objetivos propuestos por múltiples razones que escapan a nuestro control, entre otras: Zapatas demasiado viejas que no pueden utilizarse para recambio, renuencia del usuario a recibir algo que no es suyo, publicidad.

Estamos seguros de que dando un impulso publicitario, podemos llegar e incluso superar las metas propuestas.

### 1.2.- JUSTIFICACION DEL TEMA PROPUESTO

Dentro del sistema de frenado de un vehículo, una parte mecánica del mismo de suma importancia es el conjunto zapata-tambor, estando los elementos mencionados expuestos al constante contacto para lograr detener el vehículo,

estos sufren el desgaste normal al deslizarse el uno sobre el otro.

Teniendo la zapata un componente generalmente de asbesto, este con el uso va sufriendo desgaste y motiva su cambio al haber perdido por desgaste espesor adecuado para realizar su labor.

Mientras el desgaste no ha sobrepasado el límite tolerable del material de fricción, el componente llamado tambor no sufre alteración. Una vez sobrepasado el límite, el cambio de zapata es inminente para evitar el desgaste innecesario; y puede ser hecho de dos formas:

- a) Cambiando toda la zapata por una nueva, o
- b) Cambiar el material de fricción solamente.

Debido a que las zapatas nuevas no se fabrican en nuestro país, por motivos de costo, el usuario prefiere cambiar el material de fricción solamente.

Esto se realiza desde hace muchos años, pues el costo de importación de material de fricción y mano de obra agregada afecta al costo solo en un 50% o menos del costo de una zapata nueva.

Siendo la empresa donde prestamos nuestros servicios pro-

motora en el revestimiento en forma unitaria y artesanal desde hace aproximadamente 37 años, teniendo normas técnicas para este trabajo y la experiencia en el mismo, se tomó la determinación de realizar el proceso de revestimiento en un proceso en serie.

Esta idea se facilita a esta empresa por las razones anteriormente expuestas, mas el hecho de que en nuestro país ya se esta fabricando material de fricción que reúne características técnicas internacionales, además el hecho de poseer ciertos equipos adquiridos para otros proyectos que debido a nuestro reducido mercado pueden ser utilizadas en lo que llamamos "Proceso en serie de reconstrucción de zapatas de freno para vehículos".

### 1.3.- OBJETIVO

El objetivo a largo plazo con la implementación de este sistema será completar otros módulos como son:

- a) Cortado y rectificado de material de fricción en tejas o bandas.
- b) Fabricación de material de fricción en tejas o bandas, y
- c) Formulación de adhesivos para pegado de zapatas.

Actividades industriales previas que complementarían el servicio, calidad y precios con los que podríamos competir

en un ámbito mas amplio, sin la restricción del muy variado stock automotor que existe en nuestro pais.

Además a mas corto plazo introducir este sistema a puntos de venta no solo nuestros, sino' tambien de otro tipo de almacenes y talleres de revestimiento de zapatas. Lo anteriormente mencionado como objetivo de la empresa incluso como en todo negocio encontrando una mejor productividad y rentabilidad para mejorar nuestras utilidades.

En el aspecto social nuestro objetivo final esta en garantizar al usuario de nuestros productos la seguridad de que lo que ofrecemos esta basado en normas técnicas recomendadas y perfeccionadas para nuestro medio y la seguridad tambien de que nuestro control de calidad, no permitirá que estos componentes del vehículo como son las zapatas puedan fallar cuando su vida dependa de ellas, al costo mas bajo posible. El otro aspecto es nuestro compromiso con la sociedad, en aumentar en lo posible el mayor valor agregado a los productos que consumimos y por lo tanto el incremento de plazas de trabajo.

## Capitulo II.-DESCRIPCION GENERAL

### 2.1.- DESCRIPCION DE LA PLANTA

La planta ocupa para el proceso, una área de 80 mt.2 estando las máquinas y equipos en el perímetro de la misma y en la parte central el área de despegado y secado tanto de antioxidante como de adhesivo, con dos campanas de extracción para un rápido secado. Debido a las propiedades de los adhesivos, estos tienen una bodega ventilada para evitar que por calor y humedad sufran alteraciones durante su almacenamiento.

El control de calidad en la parte que ocupa el equipo Permafuse de esfuerzo contante se realiza en un laboratorio adecuado para dicho objeto, donde se registran los resultados obtenidos. ✱ ✓

### 2.2.- MAQUINAS Y EQUIPOS A UTILIZAR

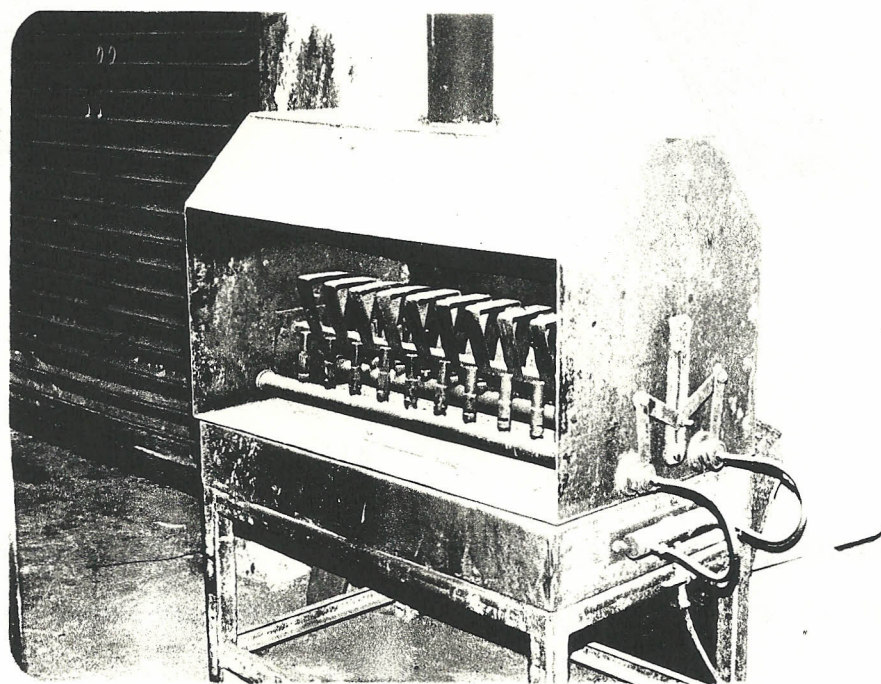
Para lograr una mejor comprensión del sistema existente, hacemos una descripción de los equipos y máquinas a utilizar siguiendo el proceso de producción paso a paso, empezando en la limpieza de los frenos hasta el acabado en el que se toma el último control de calidad.

#### a) Equipos en la limpieza

La limpieza de las zapatas se hace con quemadores alimen-

tados con gas propano, cuyo propósito es doble ya que a  
mas de proceder a desengrasar las zapatas, logramos carbo-  
nizar el pegamento viejo por lo que al terminar el proceso  
de limpieza , no tenemos gran dificultad al despegar el  
material usado utilizando el combo, cincel y el tornillo  
de banco.

Foto 1.- Quemador



Existen dos quemadores con capacidad de 10 zapatas por ciclo cada una, tiempo del ciclo diez minutos.

Foto 2.- Zapata quitada banda de fricción vieja



b) Equipo para granallado

Para esta parte del proceso utilizamos una granalladora de banda continua con capacidad máxima de carga de 75 kg.

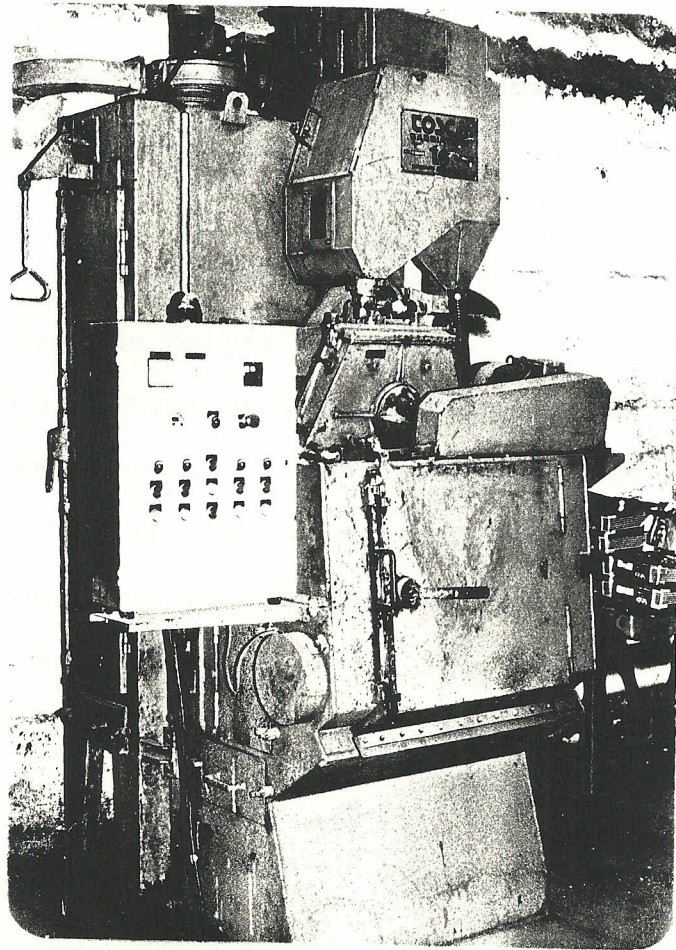
Posee una turbina con un motor de 5.5 HP de potencia y un ventilador de 0.37 kilovatios.

Para este propósito utilizamos granalla de acero la cual debe ser limpiada con aserrin cada 20 horas de trabajo.

Con este proceso dejamos a los frenos de las zapatas con

una superficie apropiada para colocar sobre ella una capa de barniz.

Foto 3.- Granalladora



c) Baño de antioxidante

Al colocar una capa de barniz en la parte metálica de la zapata logramos dos cosas:

- 1.- Protección contra la corrosión
- 2.- Obtener mejor efectividad de la goma al pegar por vulcanizado la banda a la zapata, pues se trata de un barniz especial que sella las porosidades causados por la oxidación y el granallado.

En sí la barnizadora, consta de un tanque con capacidad de quince litros de barniz con una purga en su fondo para drenar cualquier tipo de precipitado, posee una cadena con capacidad de sumergir 33 zapatas al completar el ciclo de 15 minutos, activan las cadenas un motor de 0.37 HP y 1120 rpm acoplado a un reductor con una relación de engranajes de 39:1. (FOTO 4-5)

Foto 4.- Sistema de cadena para ciclo de baño de antioxidante

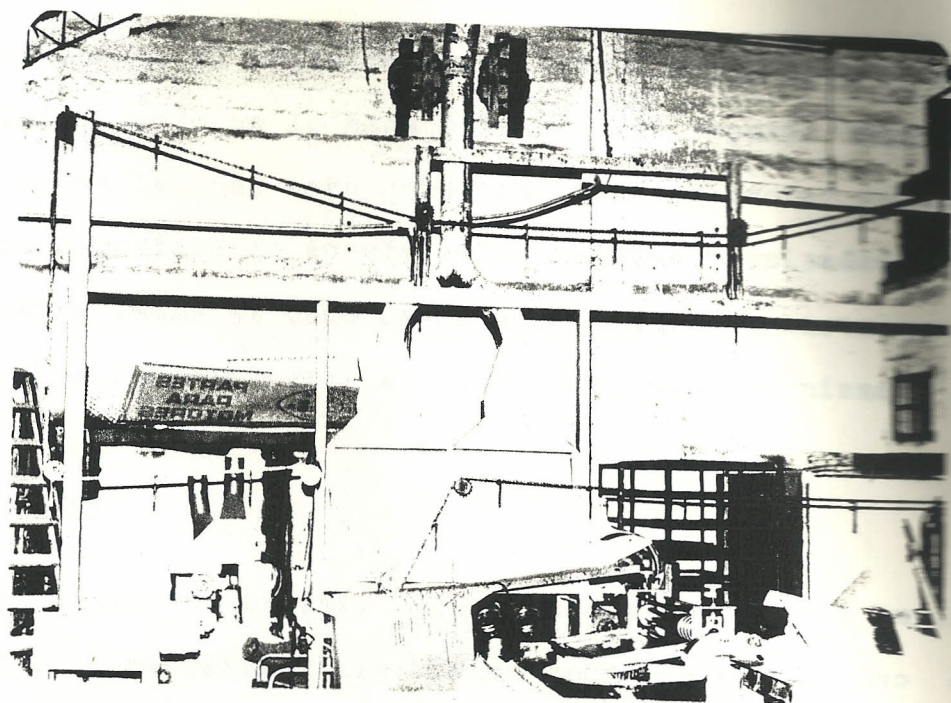
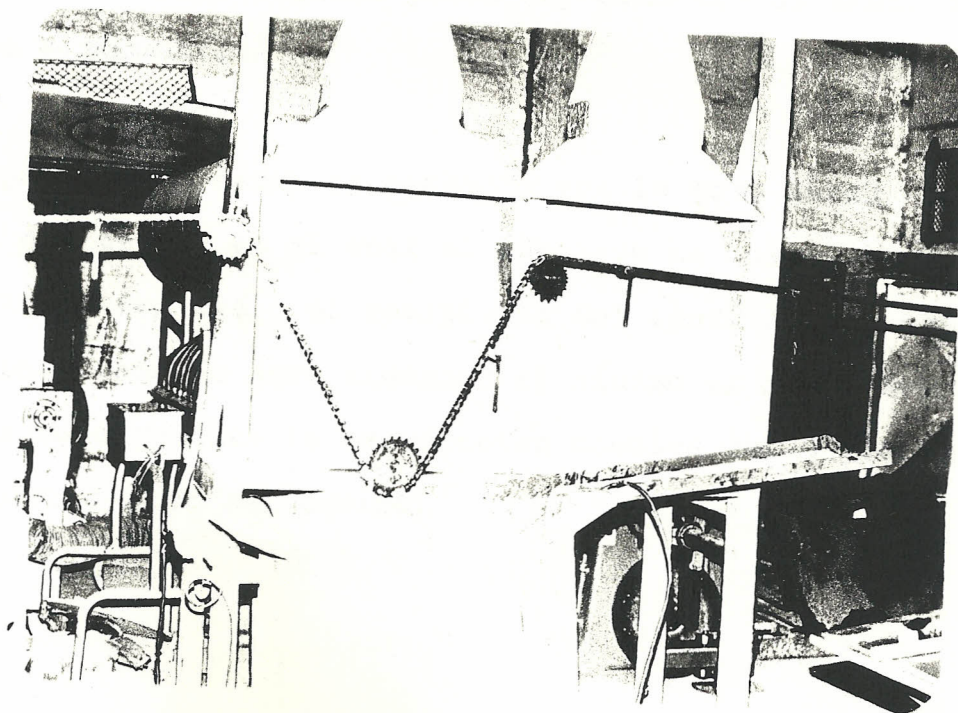


Foto 5.- Tanque de antioxidante



d) Secado

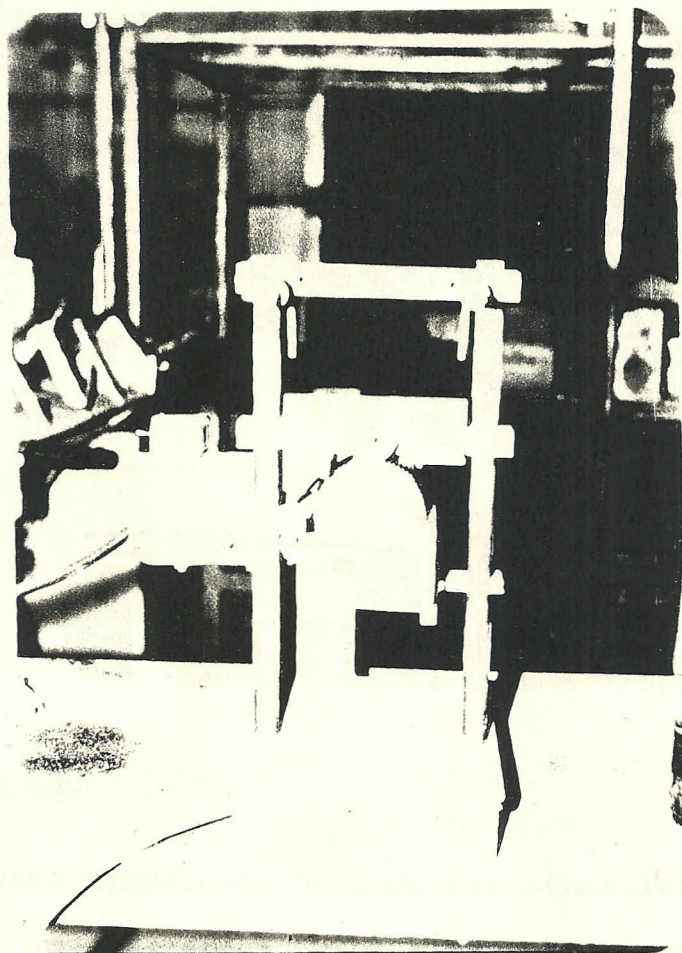
Una vez pasado el ciclo del barnizado, se procede a secar el barniz, esto se lo hace colgando las zapatas dentro de una campana la cual esta conectada a un extractor de gases con una capacidad de 60 cfm. Las zapatas barnizadas deberán estar secas al cabo de 20 a 30 minutos o hasta que no queden huellas digitales al tocar la zapata barnizada.

e) Engomado

Una vez secado el barniz, procedemos a engomar la banda o segmento para obtener una máxima economía en el uso del pegamento, lo hacemos en aparato operado electricamente con un motor 115 voltios con reductor de velocidad, que posee un rodillo dentado y un rodillo de suministro de goma, el rodillo dentado puede ser graduado al ancho de la banda o segmento.

Las partes que estan en contacto con la goma estan tratadas con teflón en el cual el adhesivo no pega, haciendo fácil su limpieza, el recipiente del aparato es intencionalmente pequeño para mantener al mínimo el área expuesta y por consiguiente la evaporación tambien del solvente del adhesivo dentro del equipo.

Foto 6.- Engomado

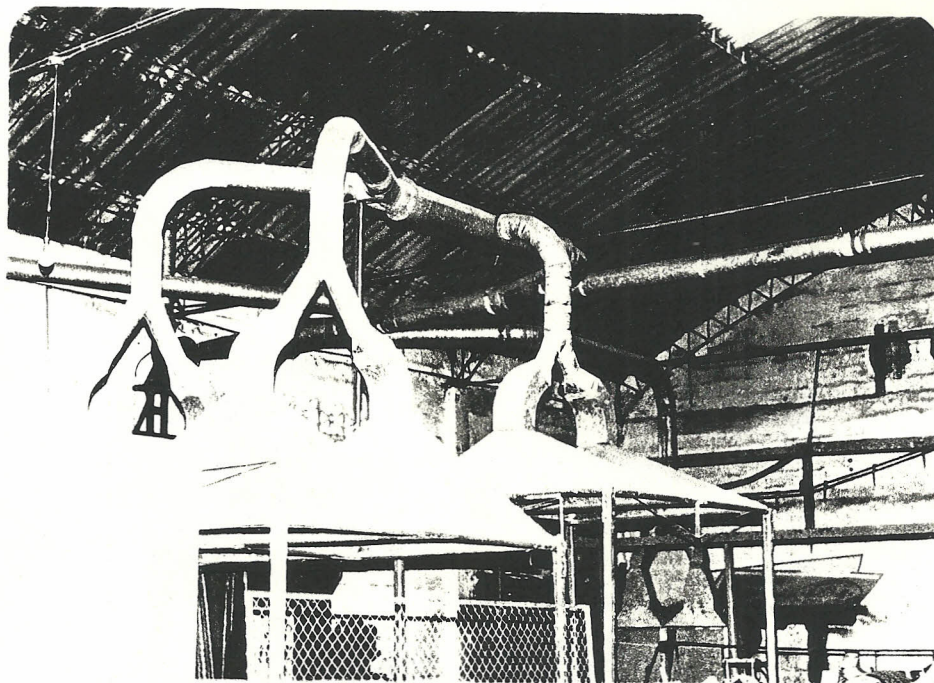


f) Secado de adhesivo

Al igual que el secado del barniz, pero este tipo de

adhesivo utilizado requiere un mínimo de ocho horas para permitir la soltura del solvente en forma total.

Foto 7.- Campanas de extracción para secado



g) Ensunchado

En este paso disponemos de máquinas neumáticas con muelas de apoyo para el expansor utilizado, este expansor tiene características especiales pues tiene un arco con las mismas dimensiones del arco interior de la zapata, para evitar la deformación del mismo cuando se someta a presión y temperatura requeridos en el proceso de vulcanizado, además están incorporados resortes tipo anillo para lograr una compensación y estabilidad en la presión aplicada en la posibilidad de deformaciones térmicas.

Las muelas de las mesas de ensuchado son graduables y el pulmón de aire puede generar hasta 90 psi.

El conjunto de expansor, zapata y segmento engomado se aprisiona dentro de un suncho fabricado de acero inoxidable del mismo ancho que el segmento.

Foto 8.- Suncho, expansor, zapata engomada

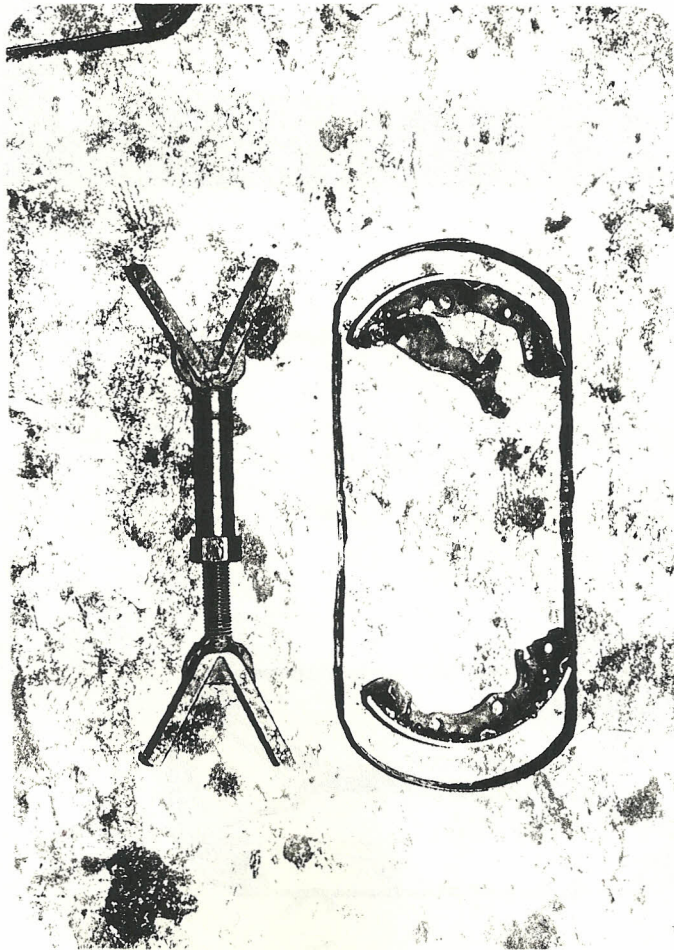


Foto 9.- Máquina expansora

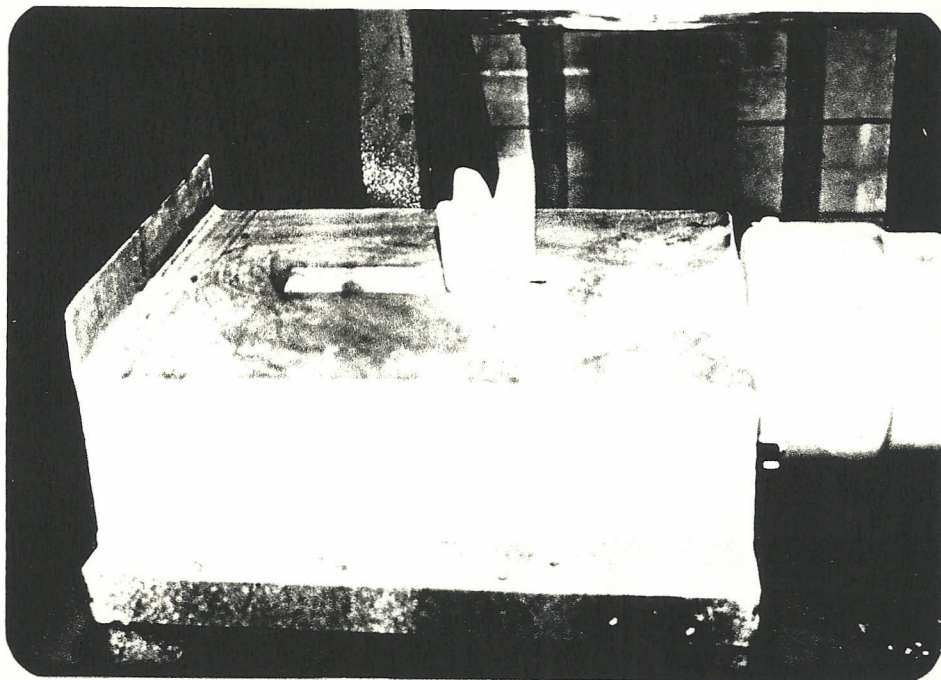
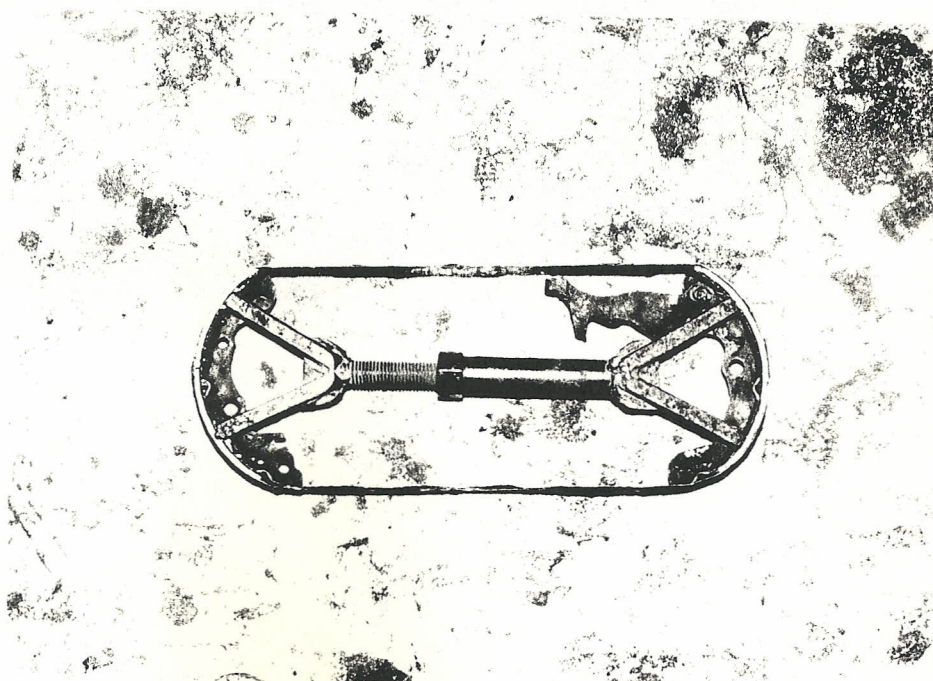


Foto 10.- Conjunto expansor-suncho-zapata armada



h) Vulcanizado

El conjunto montado mencionado en el punto anterior se coloca en horno con capacidad de 10 juegos por ciclo y con un rango de temperatura de trabajo entre 40 y 260 grados centígrados.

Foto 11.- Conjunto dentro de horno

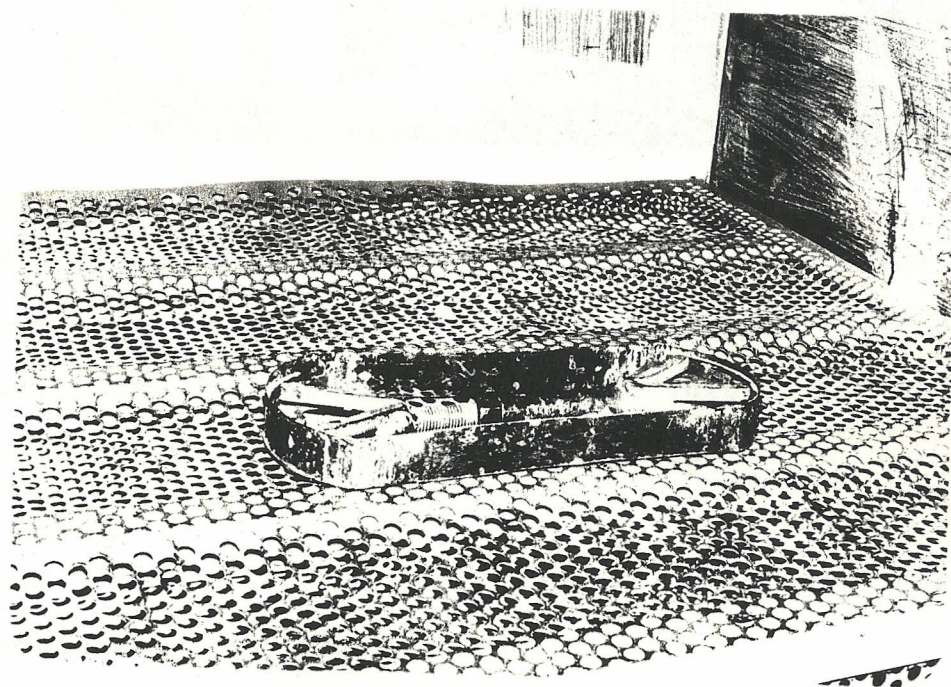
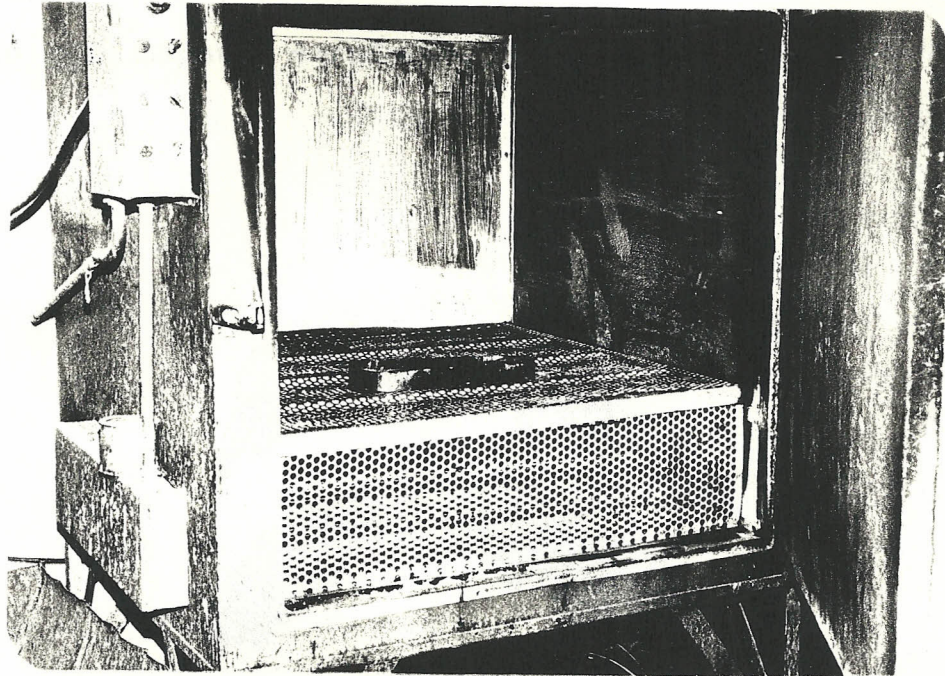


Foto 12.- Horno para vulcanizado



El tiempo y la temperatura utilizado se lo puede calcular con la tabla tiempo - temperatura propia del pegamento utilizado siendo aproximadamente veinte minutos a una temperatura de 204 grados centigrados.

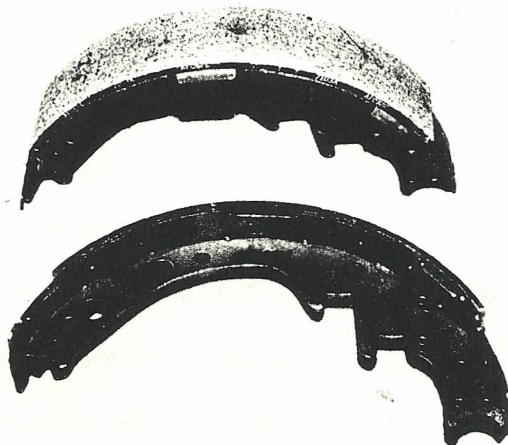
Una vez vulcanizado el pegamento se lo deja enfriar al ambiente.

i) Acabado

Durante el proceso de ensunchado y vulcanizado puede darse el caso de que el pegamento se desborde fuera del material y al vulcanizarse queden rebabas de adhesivo. En este proceso se limpia esas rebabas con un cincel pequeño

quedando así lista la zapata para el proceso de control de calidad final y clasificación.

Foto 13.- Zapatas terminadas



### 2.3.- MATERIALES A UTILIZARSE

Los materiales a utilizarse son:

- a) Parte metálica de las zapatas
- b) Material de fricción
- c) Adhesivo
- d) Anticorrosivo

#### a) Parte metálica de las zapatas

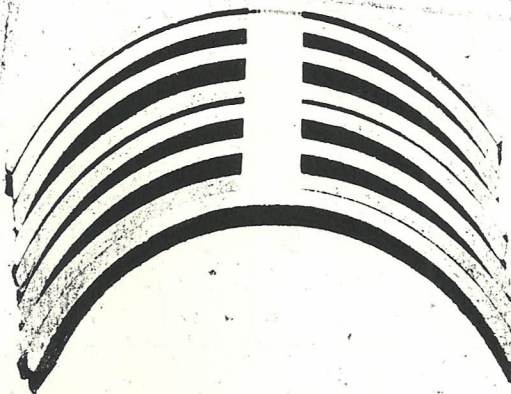
Para poder dar inicio al proceso de recambio es necesario considerar el mantener una cantidad de zapatas destinadas

para la venta y además una cantidad exclusivamente para hacer el primer cambio al usuario, para ello a continuación detallamos: la cantidad, número de código de acuerdo al catalogo FMSI, aplicación de vehículo. De esta manera tendremos una idea de la rotación que existe en cada uno de los tipos de zapatas (solo consideramos en el detalle la existencia para recambio). (TABLA 1)

b) Material de fricción

Esta bandas o segmentos para frenos moldeadas son fabricadas en base a un compuesto de: asbesto, resina fenólica, grafito y acelerantes químicos.

Foto 14.- Material de fricción



| CODIGO<br>FMSI | CANTIDAD | APLICACION                         |
|----------------|----------|------------------------------------|
| 269            | 100      | VW escarabajo (Del)                |
| 315            | 200      | VW 69-adelante (Pos)               |
| 371            | 200      | Datsun 1200 (1204) 73-77 (Del)     |
| 395            | 240      | Mazda B1600-1500 74-76 (Del, Post) |
| 403            | 200      | Chevrolet Luv 72-75 (Del)          |
| 404            | 200      | Chevrolet LUV 72-80 (Pos)          |
| 405            | 100      | Datsun 1300-1500 66-75 (Del)       |
| 406            | 160      | Datsun 1300-1500 66-79 (Pos)       |
| 410            | 240      | Datsun 1200-120Y 73-77 (Pos)       |
| 524            | 100      | Montero Chasis 84-Adel (Pos)       |
| 554            | 160      | Trooper 84-Adel (Pos)              |
| 413            | 100      | Toyota 1600 76-82 (Del)            |
| 414            | 100      | Toyota 1600 76-82 (Pos)            |

La composición química varía de acuerdo a las necesidades del vehículo, a su capacidad y peso. También podemos indicar para vehículos livianos existe lo que llamamos material laminado que tienen un compuesto de caucho sintético, resina fenólica, materiales de alta fricción y rápida disipación de temperatura.

Dentro de las consideraciones que se deben tomar en cuenta para el tipo de material de fricción que se utiliza es el calor generado por el contacto que se tiene con el tambor. Como la energía cinemática es proporcional al peso y al cuadrado de la velocidad, esta característica siempre motivará problemas en vehículos pesados y en los de gran velocidad, el calor reduce la eficiencia en materiales blandos y a altas temperaturas, tienden a suavizarse disminuyendo la fricción; esta se recupera cuando el material se enfría pero hay que recalcar que al existir un sobrecalentamiento se produce una carbonización y lustrado del material de fricción afectando permanentemente al frenado. A consecuencia de este fenómeno se ha optado por fabricar materiales de fricción que resistan mas calor como son: los materiales metálicos y semimetálicos. Aquí nace otro problema, porque a medida que se utilizan materiales mas duros y resistentes al calor, el coeficiente de rozamiento disminuye y hace falta mas presión en el pedal del freno, para que se llegue a obtener el coeficiente necesario para detener al vehículo, además los frenos tambien tienden a

chillar por lo que el fabricante y el usuario tienen que definirse por que tipo de material se debe usar.

La solución a los problemas ocasionados por los materiales mas duros se da con la utilización del servo freno, consideración que se deben tener en cuenta en el revestimiento de las zapatas.

Se han desarrollado los forros que se llaman orgánicos porque también utilizan materiales como cáscaras licuadas de nueces de acajú y las resinas sintéticas que actúan como ligantes. También contienen modificadores de fricción que aumentan o disminuyen el coeficiente de fricción, siendo algunos abrasivos y solo se los utiliza en pequeñas cantidades; y los no abrasivos como el grafito y los materiales tipo caucho que se usan para disminuir la fricción, también se utilizan materiales para mejorar la resistencia al desgaste.

El proceso de fabricación del material de fricción, se inicia con un mezcla de resinas pulverizadas, con fibras de amianto, los modificadores de fricción y la carga. Esta mezcla se coloca en moldes calentados donde se comprime y licúa, al enfriarse se forma una lámina solida que puede cortarse y amoldarse a la medida.

Los forros metálicos se fabrican con polvo metálico cuyos

Apri *ku* →

granos se ligan entre sí a alta temperatura, estos forros tienen gran resistencia al desvanecimiento, pero frenan correctamente cuando se calientan y cuando están fríos, como se mencionó anteriormente necesitan mucha presión para frenar.

Los forros semimetálicos contienen una mezcla de polvo de hierro, fibra de acero, modificadores de fricción y un ligante de resina orgánica. Es un forro de mezcla seca moldeada en la cual los metales constituyen el 50% de su composición.

La duración de los forros metálicos es mayor a la de los semimetálicos y la de estos dos es aproximadamente tres veces mayor que la de los comunes. Las zapatas comunes hay que cambiarlas cuando quedan tres milímetros de forro. El coeficiente de fricción normal debe ser 0.25 y en caliente 0.15.

### c) Adhesivos

Los adhesivos para zapatas de frenos son muy diversos, debido a la elevada gama de compuestos que existen en el mercado, siendo las resinas fenólicas, las más utilizadas en la industria de pegado. Dentro de este tipo de resina existen algunas variedades, dependiendo su uso de los métodos de producción a seguir, y de sus propiedades como dureza, densidad, porosidad, flexibilidad, estado de cura-

miento, reacciones químicas y velocidades de expansión térmica.

Una de las características que se debe tener presente y que diferencian a los adhesivos, es que algunos son extremadamente estables en sus respectivos recipientes y pueden ser almacenados por un largo periodo de tiempo a temperatura ambiente. En cambio existen otros adhesivos que no son aptos para ser almacenados y deben ser aplicados poco después de su compra.

En la actualidad el uso de resinas fenólicas, modificada con resinas elastoméricas, termoestáticas, han mejorado las condiciones de trabajo, pegando la banda de asbesto al metal con una fuerza seis veces superior a la que se obtiene con remaches, y que las bandas duren dos veces más, ya que no se desprenderán a causa del cambio brusco de temperatura, siendo estable el adhesivo desde menos 40 °C hasta 260 °C.

Las presiones de pegado de las zapatas generalmente varían empleándose de 5.28 kg/cm<sup>2</sup> hasta 10.5 kg/cm<sup>2</sup>. Los ciclos de tiempo para el curado dependen de la marca y el tipo de adhesivo.

Siendo así, a continuación detallamos ciertas características importantes del adhesivo utilizado. Es un producto

de secamiento rápido, a base de goma sintética, notable por su resistencia a entrada de ciertos productos existentes en los plásticos y en ciertos tipos de goma; también es resistente a: aceite, gasolina y otros hidrocarburos alifáticos; debido a estas características y también a su elevada resistencia a la temperatura, es un adhesivo de utilización general en la industria, pues su compatibilidad es perfecta en la adhesión de muchos materiales, tales como: metales, tejidos, nylon, vidrios, maderas, etc.

Tiene color ámbar, resistente a temperaturas de menos 5 °C hasta 120 °C, luego de que seca es transparente, peso específico 0.89 gr/cm<sup>3</sup>, tiempo de vida aproximadamente seis meses y almacenamiento en lugares con temperaturas desde 15 C hasta 27 C.

#### d) Anticorrosivo

El anticorrosivo a utilizarse puede ser pintura o cualquier otro tipo de barniz, que tenga una consistencia no muy elevada, con el objeto de ponerse por inmersión evitando el chorreo posterior, además debe tener una afinidad con el adhesivo a utilizar, generalmente es preferible utilizar el mismo proveedor de anticorrosivo y adhesivo. El antioxidante o anticorrosivo se lo diluye en un solvente de preferencia metil-etilcetona (seca más rápido pero es caro) o alcohol isopropílico la cantidad de mezcla es una a cuatro. El secado dura aproximadamente de 10 a

20 minutos.

## 2.4.- METODOLOGIA DEL PROCESO

### A.- Recepción de zapatas

El primer contacto con la zapata para ser recambiada es en el punto de venta, donde se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- No deben tener adaptaciones
- No deben estar demasiado oxidadas
- No debe la parte metálica estar gastada.

Además se debe comprobar el radio de curvatura y que la zapata sea igual a las que se tiene para recambio. Posteriormente a este primer control de calidad estas zapatas pueden ser enviadas al taller donde se inicia propiamente el proceso.

### B.- Limpieza

Siendo este el primer paso efectivo del proceso en planta, es esencial en la preparación de las zapatas de freno, el remover todo residuo de aceite y grasa.

Una vez limpia la zapata se retira el revestimiento antiguo, calentandolo en hornos a temperaturas entre 385 ° C

hasta 398 °C, a cuya temperatura la banda de asbesto se desprendera con facilidad, ya que el pegamento se carbonizara, es importante no sobrepasar esta temperatura, porque originara que en la parte metálica se concentren esfuerzos térmicos, los cuales pueden provocar deformación, así mismo el enfriamiento no debe ser forzado. Para despegar todo el material se utiliza un combo pequeño con cincel y un tornillo de banco.

Luego de retirado el revestimiento antiguo, se limpia la pieza sin dejar rastros de banda, pegamento u óxido, esto lo realizamos limpiandolo con chorros de abrasivos metálicos o granallado obteniendo excelentes resultados de esta forma.

#### C.- Baño antioxidante

Antes de que a la zapata se le aplique el baño antioxidante se realiza una inspección y corrección de la misma. Luego se aplica la película de antioxidante para prevenir la corrosión, ya sea en el proceso o en servicio. Usamos barnices resinosos y compatibles con el adhesivo utilizado, que a la vez ayuda en el pegado.

Para un buen y rápido recubrimiento de la capa de antioxido, el baño por inmersión es el método que utilizamos para lo cual es necesario diluir, la solución con solventes apropiados a una correcta proporción de dilución. De

acuerdo a especificaciones se mezcla una parte de antioxidante concentrado con cuatro partes de solvente con una buena agitación.

El secado del antioxidante se lo hace al ambiente por un lapso de 20 minutos o mas, en bandas transportadoras hechas para efecto, actualmente estamos apurando el proceso haciendo pasar las zapatas por tuneles de aire caliente i/o extractores de gases.

#### D.- Aplicación del adhesivo

Antes de la aplicación del adhesivo se inspecciona, el material de fricción y la parte metálica debiendo estar ambas libres de polvo. Podemos aplicar el pegamento en forma manual o mecánica, dependiendo de la viscosidad del adhesivo, este puede aplicarse con: espátulas, brochas o rodillos; si la viscosidad es baja lo podemos aplicar con soplete.

Es de mucha importancia que la capa de adhesivo sea uniforme y que permita la fácil evaporación de los solventes, el espesor del adhesivo en seco debe estar comprendido entre los 0.2 milímetros a 0.4 milímetros. Para conseguir estos espesores se debe realizar pruebas hasta conseguir el deseado.

Debido a la existencia de diversos tipos de adhesivos algunos pueden ser diluídos y otros no, cuando el adhesivo es muy viscoso y es facilmente diluible con solventes, es necesario que los estos sean especificados segun normas del fabricante, al mezclarlos se los remueve hasta devolver su viscosidad original y asegurar una adhesión uniforme. Hay que tener cuidado en no mezclarlos mucho tiempo o demasiado rápido, pues puede quedar aire atrapado en el adhesivo y formar ampollas en él.

Cuando se aplica el adhesivo en forma mecánica existen cuatro formas de aplicación:

- a) Forma acordonada.- La aplicación es en forma de surcos de 4.7 a 6.35 milímetros de ancho, formando tiras planas, generalmente se usan seis o mas surcos. El grosor adecuado del adhesivo seco es de aproximadamente 0.35 milímetros en seco.
- b) Formas de franjas estrechas.- La aplicación es forma de franjas de 9.39 a 12.7 milímetros de ancho, siendo el espesor adecuado del adhesivo seco de 0.25 milímetros.
- c) Forma de frajas anchas.- La aplicación es en forma de franjas gruesas de 15.87 a 19.00 milímetros de ancho, generalmente aplicada en pares, dependiendo del ancho del material de fricción. El espesor adecuado del

adhesivo es de 0.20 milímetros en seco.

d) Forma sin interlineas, a todo lo ancho.- La aplicación se la realiza a casi toda la superficie, esta forma no es muy utilizada en forma mecánica y el espesor del adhesivo es de 0.2 milímetros en seco. Se utiliza cuando se trabaja con rodillo o brocha.

Como regla práctica, una forma listada o con franjas es mejor que una lisa, especialmente en bandas duras. Las superficies no cubiertas por el adhesivo, forman avenidas de escape de los gases que se forman durante el ciclo de vulcanización. En cualquier caso se debe asegurar que por lo menos el 70% de la superficie de la banda este cubierta con adhesivo. Cuando se aplica el adhesivo es necesario hacerlo en zonas ventiladas.

Después de la aplicación del pegamento, se debe dejar secar al aire, el tiempo en realizarlo, depende del tiempo y marca del adhesivo, debido a nuestras condiciones climáticas de temperatura y humedad ha sido necesario experimentar para determinar el tiempo óptimo de secado, variando este en época lluviosa, teniendo que dejarlo secar mas tiempo, en algunos casos para acelerar el tiempo de secado se calienta a bajas temperaturas de hasta 80 grados centi grados.

#### E.- Vulcanización

El paso siguiente es adherir permanentemente la banda de fricción, a la zapata de freno, mediante la vulcanización, que consiste en la unión por calor y bajo presión. El calor es necesario para completar la reacción química del adhesivo, la presión es necesaria para que el adhesivo se suavice y para que las partes sean mantenidas en completo contacto, además para evitar que los productos volátiles causen ampollas y burbujas.

Las presiones sugeridas por la mayoría de los fabricantes varían en el rango de 70 a 150 lb/plg<sup>2</sup>, durante todo el ciclo de vulcanización, para ello nosotros construimos hormas especiales para mantener la presión sin deformar la zapata, si la presión fuera menor el adhesivo de la banda tomara apariencia esponjosa y se despegaría al menor esfuerzo.

Los factores importantes para lograr una vulcanización perfecta son: temperatura, tiempo y presión continua.

#### F.- Acabado

Sacadas las zapatas del horno, se dejan enfriar al ambiente y luego deben ser retiradas de sus hormas y proceder a limpiar algunas rebabas que presente, una vez realizado este procedimiento se efectua una inspección final de las piezas, examinando la calidad de pegado.

Final

Capítulo 3.- PRUEBAS: ANTES, DURANTE Y FINALIZADO EL PROCESO

3.1.- Control de calidad de partes metálicas de zapatas

En la parte metálica de las zapatas, hay que poner mucho énfasis, pues de ella depende que el pegado sea excelente para realizar una labor de frenado al 100%.

Antes del proceso se verifica que la zapata no haya perdido su radio de curvatura original esto se realiza en lo que llamamos probador de zapatas, donde para cada tipo, tiene un radio de curvatura y además el espesor de la parte metálica en contacto con el material de fricción, es necesario que esta parte metálica no este torcida, ni presenten puntos de soldadura.

Durante el proceso una vez salido del granallado es el momento donde nuevamente se verifica que no se haya torcido el material ni variado el espesor.

Finalmente luego de puesto el barniz se debe verificar que este no se haya chorreado, que todas las partes esten recubiertas, teniendo presente que la parte donde se colocará el material de fricción no tenga una superficie irregular.

### 3.2.- Tipos de fallas y formas de solucionarlas

Debido a que el frenado depende de que el material de fricción, cumpla con su objetivo y no se desprege, para examinar la calidad del pegado, dentro del grupo trabajado se realiza pruebas de control de calidad que posteriormente se detallara'.

Las fallas que podrían ocasionarse son:

- 1) Falla de la banda.- Si al desprejarse existe mas del 75% de material pegado en la parte metálica. Cuando ocurre este tipo de falla nuestro proceso es correcto, pues el control de la parte metálica y el pegado realizado fue bien hecho.
- 2) Falla de la línea del adhesivo.- Esto se detecta si es que existen áreas sopladas tanto en la parte metálica como en la banda.
- 3) Falla del metal.- Esto sucede cuando el adhesivo y el barniz se despegan de la parte metálica y deja el metal desnudo.

#### CUADROS DE INDICACION DE FALLAS

##### 1) Falla de adhesivo

Si existe falla de adhesivo, este se separa y es visible

tanto en el metal como en la banda. O el anticorrosivo (barniz) de la zapata esta intacto, sin ninguna área cubierta con partes del adhesivo. (TABLA 2)

## 2) Falla del metal

Es visible el metal brillante, hasta el baño de barniz se desprende de la zapata. (TABLA 3)

## 3.3.- Control de calidad final

Durante todo el proceso, desde la recepción de las zapatas en el sitio de venta, se realiza en casi todos los pasos un control de los productos, pero al finalizar el proceso se realizan pruebas destructivas de zapatas para comprobar que el pegado esta en óptimas condiciones. Estas se realizan de acuerdo a la cantidad de trabajo, estamos en capacidad de realizar ensayos destructivos al 2% de la producción, como inicialmente se puede producir 1000 zapatas semanales, se realiza pruebas diversas a 20 zapatas por semana.

Prueba de torsión.- Para poder determinar la resistencia y elasticidad del adhesivo, el pegado debera ser capaz de absorber impactos, si es quebradizo el material no resiste la torsión, esta sencilla prueba la realizamos con un tornillo de banco y una llave de tubo. Tomamos una zapata agarrandola por un extremo con el tornillo de banco y el

| BUSQUESE   | CAUSAS   | REMEDIO  |
|--|--|--|
| 1.- El adhesivo no ha fluido sobre el metal.   | No se dejó suficiente tiempo para que el adhesivo fluyese.<br>La subida de temperatura fue demasiado rápida. | Hacer más lento el aumento de temperatura.   |
|  | Falta de presión durante la vulcanización. No se aplicó suficiente presión.                                  | Verificar la presión usada, puede ser que los resortes estén gastados, hay que cambiarlos. |
|  | No se aplicó suficiente adhesivo. La capa fue muy delgada.   | Aplicar una capa adhesiva más gruesa.  |
| 2.- Áreas esponjosas visibles  | La vulcanización fue incompleta, la presión se aflojó demasiado pronto.                                      | Aumentar tiempo de vulcanización i/o temperatura.  |
|  | Había solvente en el adhesivo en el momento de la vulcanización.   | Asegurarse que el adhesivo se haya secado perfectamente antes de efectuar el pegado.       |
|  | La banda contiene ingredientes volátiles.  | Vulcanizar más lentamente, a temperatura inferior.   |
| 3.- Partes de la banda están pegadas mientras una parte está suelta y sin pegado (no hay contacto) | Zapatillas torcidas  | Rectificar las zapatillas u hormas i/o darles de baja.                                     |
|  | Deformación de zapatilla u horma.  |  |
| 4.- El adhesivo puede ser ablandado por calor o por disolvente.                                    | El adhesivo no estaba vulcanizado.   | Dejar más tiempo para vulcanizar o usar temperatura más alta.                              |

TABLA 2.- Causas y remedio de fallas de adhesivo

| BUSQUESE  | CAUSAS  | REMEDIO   |
|---|---|---|
| 1.- Metal desnudo sin evidencia visible que explique la falla.                              | El anticorrosivo que se usó en la zapata estaba sucio.                                  | Lavese el tanque i/o cambiar por anticorrosivo nuevo.                       |
|   | Grasa, aceite. Mal desengrasada la superficie de la zapata.                             | Verificar la operación de desengrase.                                       |
|   | Polvo, no se quitó el sucio al limpiar.   | Verifíquese para ver que las zapatas estén limpias lo mismo que las bandas. |
| 2.- Se ven partículas de metal en la superficie de la banda.                                | Se usaron granallas sucias y grasosas.  | Limpiar las granallas o cambiarlas.   |
| 3.- El anticorrosivo se vuelve pegajoso cuando se le frota con disolvente metil-etilcetona. | La solución es demasiado vieja y no vulcaniza adecuadamente.                            | Usar nueva solución anticorrosiva para el baño de zapatas.                  |
| 4.- Antes de efectuar el pegado, al pasar el dedo sobre la superficie de metal desnudo.     | Se uso granallas de hierro fundido y quedo depositado grafito en la cara de la zapatas. | Usar granallas de acero y no hierro fundido.                                |

TABLA 3.- Causas y remedios de fallas de metal

x

otro extremo con la llave de tubo tratando de hacerla girar 90 grados, luego de la prueba observamos si el adhesivo se separo dejando parte sobre la banda y sobre la zapata, esto nos indica falta de resistencia al impacto.

Prueba de cincel.- El objeto de este ensayo es determinar, mediante simples herramientas de mano, la resistencia del pegado de la banda a la zapata.

Se utiliza un cincel afilado, un martillo o mazo y un tornillo de banco. Se sujeta la zapata en el tornillo de banco y con el cincel principiando por la línea de pegado, observamos a medida del desprendimiento de material cual es la característica del material sacado.

Prueba de corte axial.- También se usa para evaluar el pegado de una banda, bajo condiciones controladas de laboratorio. Esto nos sirve para controlar la producción o para calificar el adhesivo para su uso en el pegado.

Para esta prueba contamos en nuestro laboratorio con una maquina hecha por la Permafuse Corporation, que posee un dispositivo cortante que cumple con las normas SAE-J-840 donde aplicamos una presión al borde de la zapata en dirección axial por toda su extensión. (FOTO 15-16)

Foto 15.- Equipo Permafuse de esfuerzo cortante

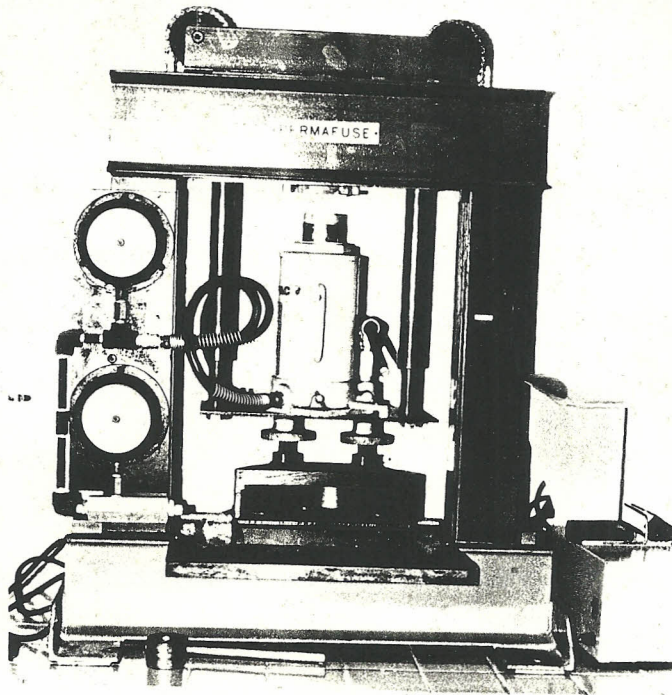
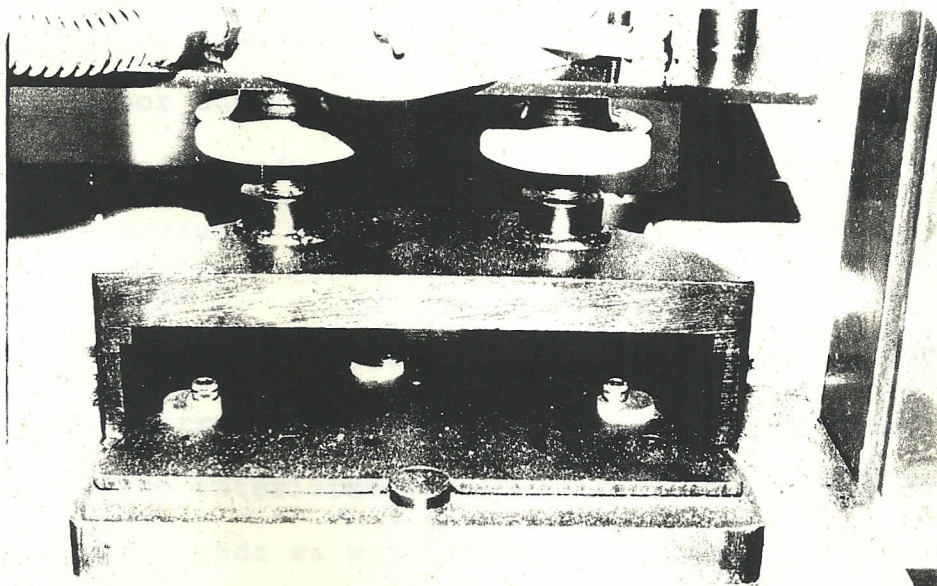


Foto 16.- Parte del equipo Permafuse que realiza la prueba de corte



X

Esta máquina puede proporcionar una carga de 11.300 kg. a la velocidad de 10.2 milímetros por minuto. Una vez aplicada la fuerza hasta que se desprenda el material, se observa cuales son las características que se aprecian en la banda y la zapata. (FIGURA 2)

De acuerdo al gráfico de la figura 1, podemos calificar el tipo de falla según la norma SAE-J-840. Esta norma nos indica que existen zonas donde el adhesivo pueda fallar, estos sitios son descritos a continuación y observados en la figura 1.

- 1) Falla por adhesión o metal desnudo, entre el metal y el anticorrosivo, o entre el metal y el adhesivo, cuando no es usado el anticorrosivo.
- 2) Falla por cohesión dentro del anticorrosivo.
- 3) Falla por adhesión entre el adhesivo y el anticorrosivo.
- 4) Falla por cohesión dentro de la capa de adhesivo.
- 5) Falla por adhesión entre la banda y el adhesivo.
- 6) Falla poco profunda dentro de la banda de asbesto.
- 7) Falla profunda dentro de la banda.

Como se observa cada sitio está perfectamente especificado y puede ocurrir la falla en diversos sitios, como ya lo hemos dicho anteriormente si la falla es en la banda, la calidad de pegado es muy buena. (FIGURA 1)

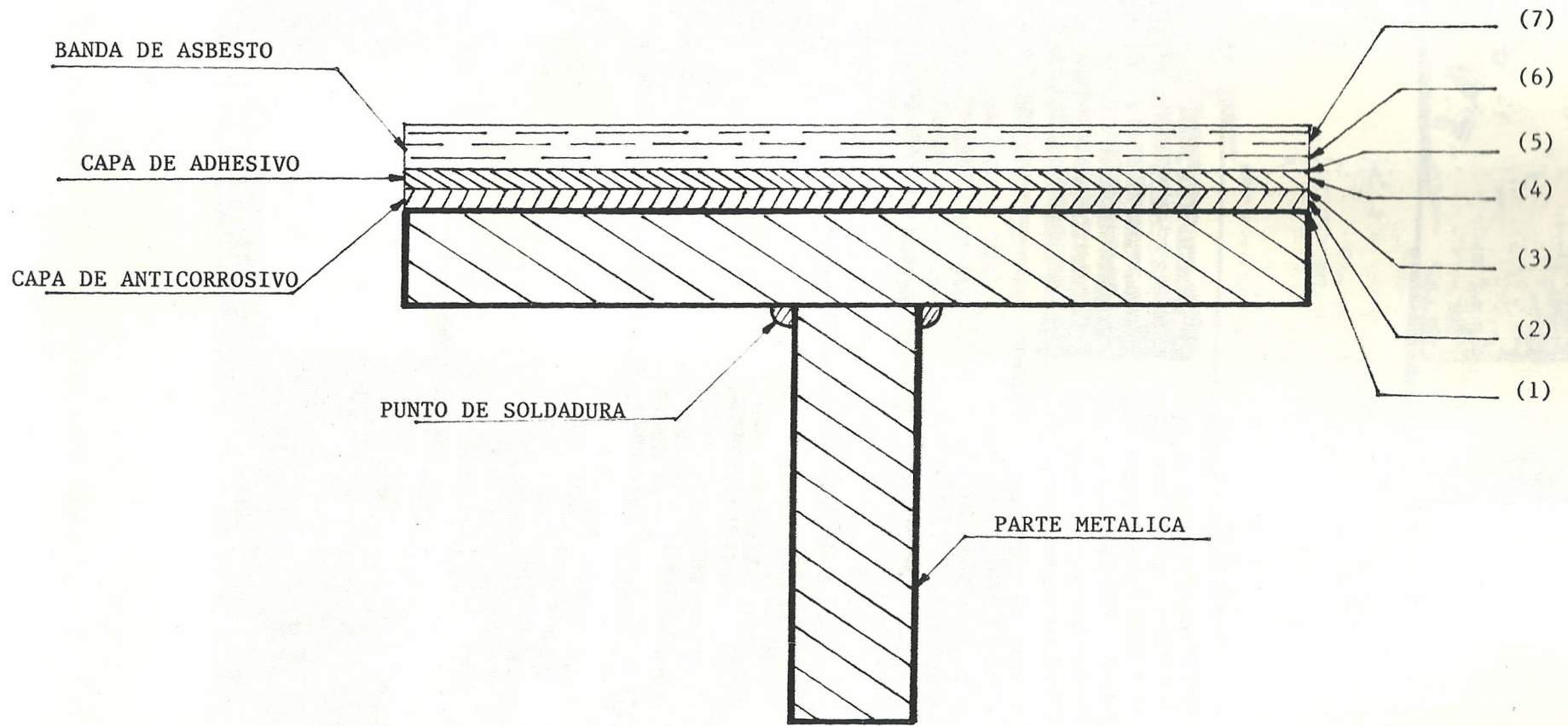


FIGURA 1.- Fallas según norma SAE-J-840

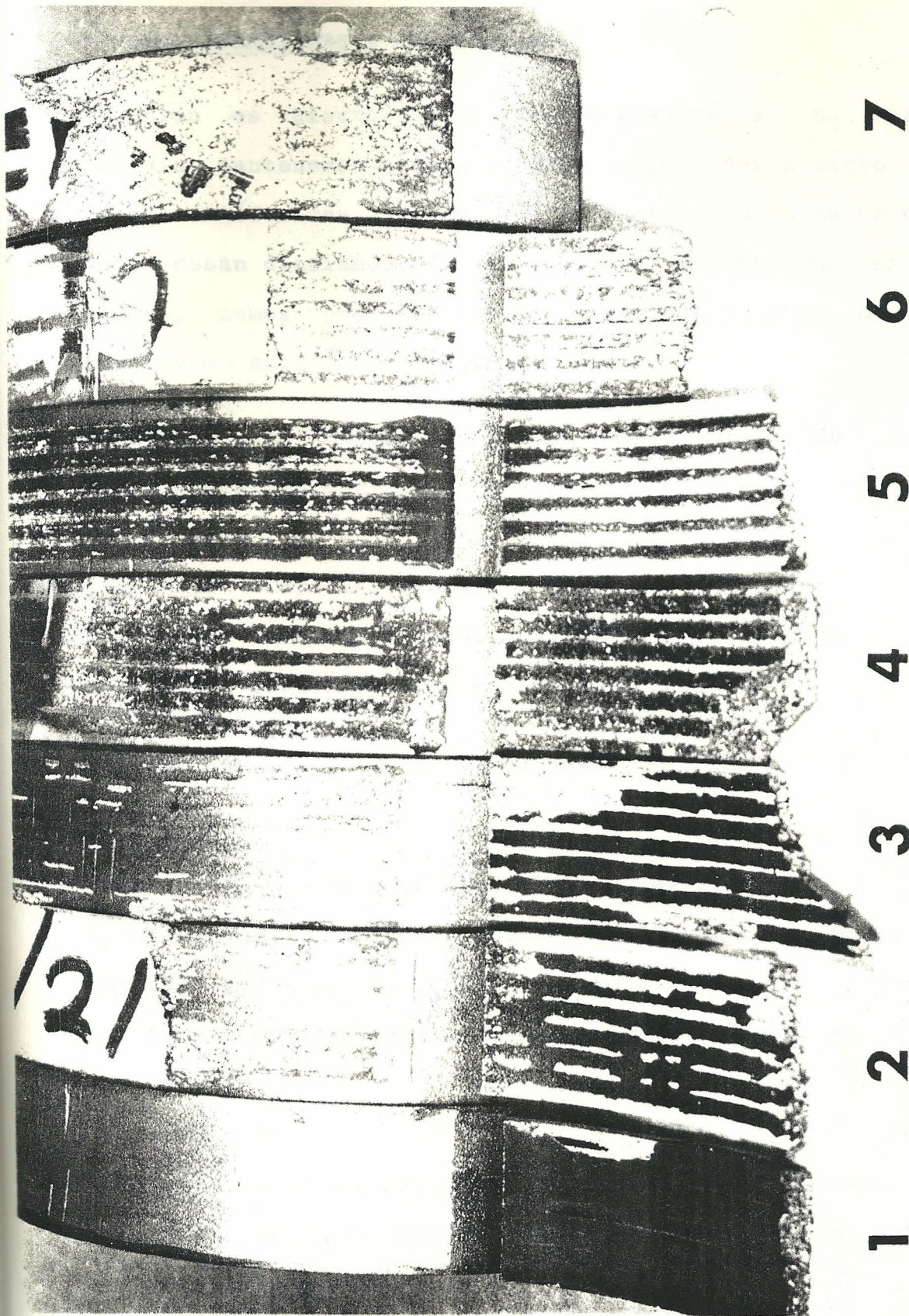


Figura 2.- Gráfico de fallas haciendo prueba de corte axial

#### 4.-RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

Si bien es cierto que el proceso nuestro es en serie todavía mantenemos la restricción de no poder hacerlo en forma continua mas que nada por la cantidad de zapatas que se procesan diariamente; para no tener mas personal en el inicio, hemos previsto que el proceso se realice de la forma como esta en el diagrama 1:

Capacidad de producción 960 piezas por ciclo de tres dias laborables con tres operarios.

1er. dia.- Limpieza, quemado y despegado

2do. dia.- Granallado, baño antioxidante y engomado

3er. dia.- Clasificación, pegado y ensamblaje

Los tiempos críticos de trabajo son:

##### a) Quemado

Este proceso tiene un promedio de diez minutos.

Al tener dos hornos para este proceso podemos trabajar 10 zapatas por horno por ciclo, en total seran 120 zapatas por hora y como capacidad diaria tenemos 960 zapatas/dia.

##### b) Granallado

Cada ciclo dura dos minutos con carga y descarga, con una capacidad de 10 zapatas mínimo y 20 zapatas máximo total por hora 300 zapatas.

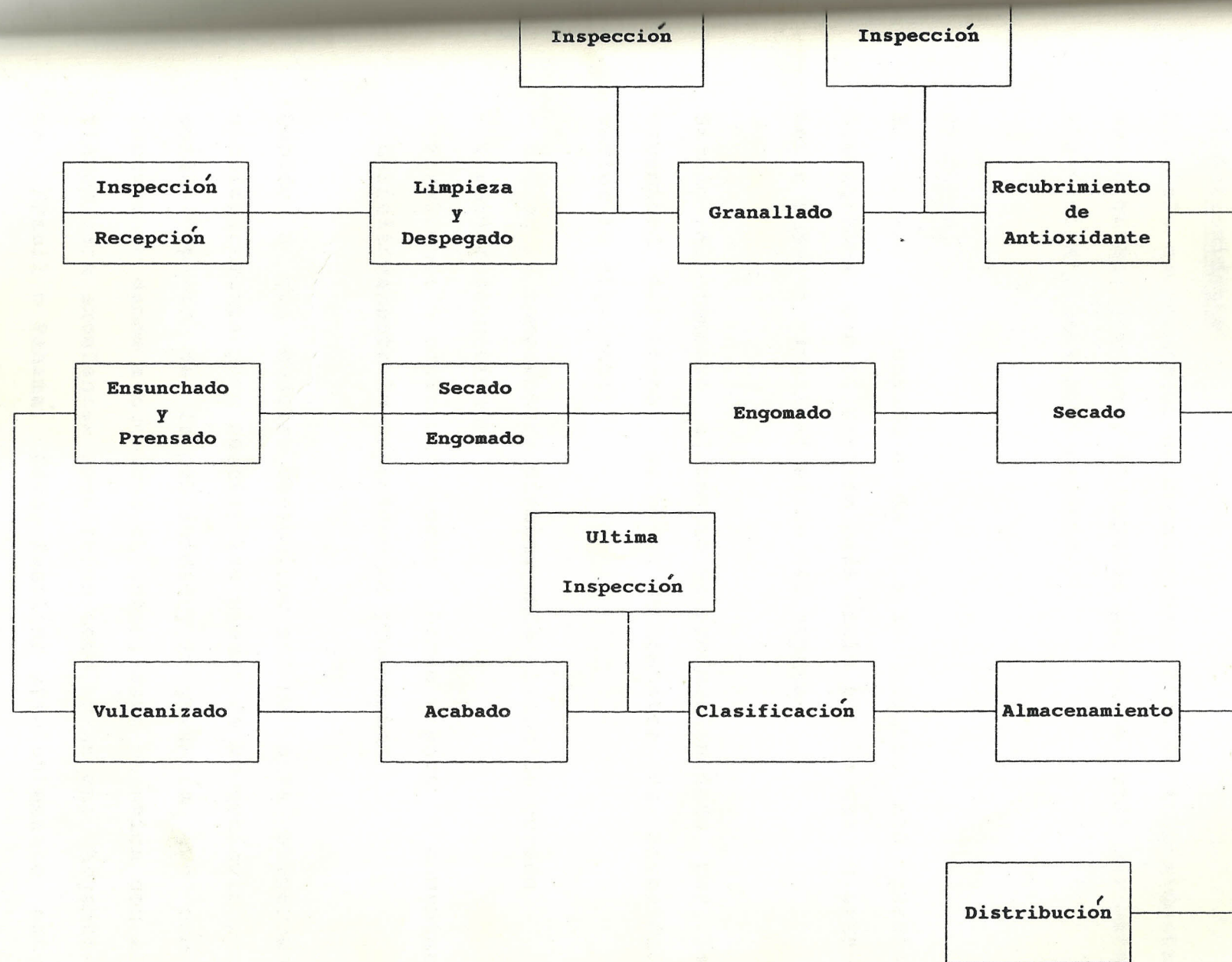


DIAGRAMA 1.- Diagrama de flujo de proceso

Total producción diaria posible 2400 zapatas.

c) Antioxidante

El ciclo de inmersión de zapatas para baño de antioxidante es de quince minutos y 33 zapatas por ciclo total por hora 132 y diariamente 1056 zapatas.

d) Curado

El tiempo de curado es de 20 a 30 minutos 190 grados centígrados con 40 zapatas cada ciclo por lo que diariamente nuestra capacidad es de 640 zapatas.

Siendo al momento el máximo de producción dado por la capacidad del horno, se podrá en momentos de necesidad variar lo siguiente:

- Elevar la temperatura disminuyendo tiempo de curado
- Trabajar sobretiempo
- Finalmente construir otro horno para aumentar definitivamente la capacidad de producción.

Debido a que nuestro consumidor aun no esta preparado psicológicamente para cambiar las piezas de su vehículo por otras, aparte de la publicidad y la garantía que como empresa le damos a nuestros clientes, esta práctica con el tiempo dara excelentes resultados como lo es en: Argentina, Brasil o Panamá, donde funciona eficientemente este

proceso. El hecho de que actualmente los vehículos livianos de producción nacional están adquiriendo presencia en el mercado automotor, motivará que se pueda mantener existencia de zapatas terminadas para recambio, lo que mejorará en el precio de las mismas y motivará el cambio oportuno de las zapatas evitando el desgaste o daño por no hacerlo a tiempo. Tenemos la seguridad de que la experiencia, los buenos materiales utilizados, los precios módicos y el continuo control de calidad darán al usuario la seguridad de la calidad del producto ofrecido.

Capitulo 5.- APENDICE

A) La norma SAE-J-840 es la norma en la que nos basamos para realizar las pruebas de control de calidad, pues el INEN no tiene al momento ninguna norma para revestimiento de zapatas, a continuación reproducimos toda la norma tanto para zapatas como para pastillas.

22.73

TEST PROCEDURES FOR  
BRAKE SHOE AND LINING  
ADHESIVES AND BONDS—SAE J840 AUG82

SAE Recommended Practice

Report of the Brake Committee approved November 1967, last revised August 1982

1. Scope—This SAE Recommended Practice covers equipment and procedures for qualification of bonded brake shoe and lining assemblies and for quality control on materials and processes used in their manufacture.

2. Qualification Tests

2.1 Scope—The following tests cover equipment and procedures used to verify the structural integrity of the brake shoe, adhesive, and brake lining assembly. The Bond Plane Shear Test and either the Dynamometer Test or the Vehicle Abuse Test are used for qualification.

2.2 Bond Plane Shear Test

2.2.1 Purpose—The purpose of this test is to provide values of lining-to-brake shoe shear strength by measuring the load required to cause shear failure on complete shoe and lining assemblies, under both ambient and elevated temperature conditions.

2.2.2 Equipment—The equipment for performing this test consists of a compression test machine of sufficient capacity to shear the lining from the shoe, a fixture which shall provide means to hold the shoe firmly, and a movable ram through which the shear load is applied to the lining. Additional fixture requirements are:

2.2.2.1 Drum Brake Shoes—Fixture (Fig. 1) shall be so designed that the ram contacts the edge of the lining for its full length and thickness within 0.005-0.020 in (0.13-0.51 mm) of the shoe table or rim. Load application in the ram shall be in a direction perpendicular to the plane of the shoe web and the shoe shall be supported to maintain uniform wedging along the length of the lining.

2.2.2.2 Disc Brake Shoes—Fixture (Fig. 2) shall be so designed that the ram contacts the edge of the lining within 0.005-0.020 in (0.13-0.51 mm) of the shoe and conforms adequately to the lining edge contour to avoid crushing of the lining edge prior to failure. Normally, the ram shall contact the edge parallel to the long axis of the lining; the edge parallel to the short axis may be used if premature crushing of the lining is not incurred.

2.2.3 Procedure

2.2.3.1 Ambient Destructive Shear Test—The brake shoe and lining assembly shall be placed in the shear test fixture and the load shall be applied at a rate of 1000 ± 100 lb (453 ± 48 kg) per second, or 0.40 ± 0.04 in (10 ± 1 mm) per minute after the ram is in contact with the lining edge. Loading shall be continued until failure has occurred. The load at which observable lining movement or complete shear occurs and the shear pattern (paragraph 2.2.5) shall be recorded. Also, a check shall be made for state of cure using the Cotton Tack Test (paragraph 3.2.5).

2.2.3.2 Hot Destructive Shear Test—The brake shoe and lining assembly shall be placed in a heating fixture or oven that will bring the temperature up to the specified value uniformly throughout the bond line within ±10°F (±3.5°C). This specified temperature must be reached within 30 min. When the temperature is reached, the shoe assembly should be placed in the shear test fixture and tested as in paragraph 2.2.3.1. The load at which observable lining movement or complete shear occurs shall be recorded.

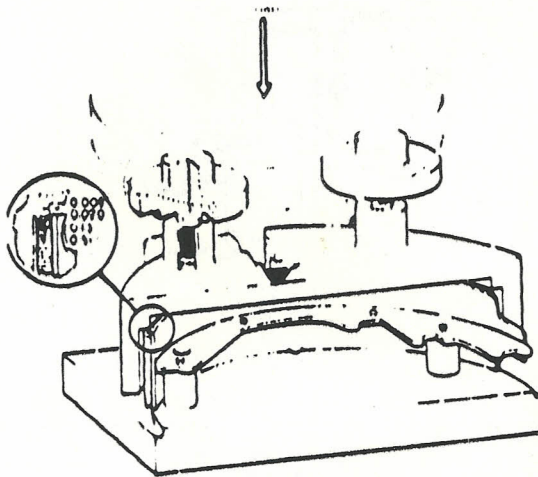


FIG. 1—BOND PLANE SHEAR TEST—DRUM BRAKE

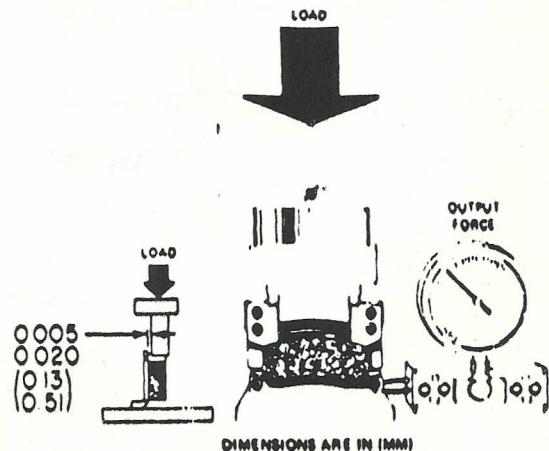
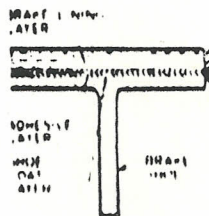


FIG. 2—DISC BRAKE SHEAR TEST FIXTURE



- 1. DEEP FAILURE WITHIN THE LINING
- 2. SHEAR FAILURE WITHIN THE LINING
- 3. LESS THAN 50% OF 50% WITHIN THE LINING
- 4. ADHESION FAILURE BETWEEN LINING AND ADHESIVE
- 5. COHESION FAILURE WITHIN THE ADHESIVE LAYER
- 6. ADHESION FAILURE BETWEEN ADHESIVE AND SHOE COAT
- 7. COHESION FAILURE WITHIN THE SHOE COAT
- 8. COHESION FAILURE BARE METAL BETWEEN SHOE METAL AND SHOE COAT OR BETWEEN SHOE METAL AND ADHESIVE WHEN SHOE COAT IS NOT USED

ELIMINATE WHEN SHOE COAT IS NOT USED TO REPORT FRACTURE PATTERNS, EXAMINE THE DESTROYED BOND TO DETERMINE EXACTLY WHERE THE FRACTURE TOOK PLACE (E. BETWEEN THE ADHESIVE AND THE SHOE COAT (1)) OR BETWEEN THE LINING AND THE ADHESIVE (2). SHOULD THE EXAMINATION SHOW MORE THAN ONE TYPE OF FRACTURE, REPORT IN DECREASING ORDER, ALL OF THE DIFFERENT TYPES THAT ARE PRESENT AND INDICATE THEIR APPROXIMATE PERCENTAGE OF THE TOTAL AREA. E. 60 & 40 P. OR 50 : 50 A. 20 & 80

FIG. 3—STANDARD METHODS OF BOND FRACTURE

Note: The heating fixture may be incorporated in the shear test fixture or external to it. If external to it, not more than 15 s should elapse between removal of the shoe assembly from the heating fixture and failure. Temperature of the bond line shall be observed by means of the bond line thermocouple shown in Figs. 4A and 4B.

2.2.3.3 *Resistance to Fluids Test*—This procedure is designed for testing adhesives for resistance to fluids encountered in service and provides for reporting loss in shear strength after immersion in the test fluids. Individual specimens shall be totally immersed in each test liquid (paragraph 2.2.3.3(a)) in a separate container for 7 days at room temperature. The liquid shall be agitated every 24 h by moderate manual rotation of the container. The individual specimens shall be removed from the containers, blown off or wiped with a clean dry cloth, and tested immediately at room temperature, or, in the event of adverse effect on the lining, longer drying periods may be used. The brake shoe and lining assembly shall be placed in the shear fixture and loaded to destruction at the prescribed loading rate as per paragraph 2.2.3.1.

(a) Immersion Fluids:

(1) Reference fuels A and B as specified in ASTM D 471, <sup>1</sup> Tentative Method of Test for Change in Properties of Elastomers Vulcanizates Resulting from Immersion in Liquids.

<sup>1</sup> Published by American Society for Testing and Materials, 1916 Race St., Philadelphia, Pennsylvania 19103.

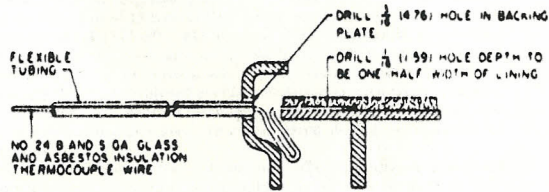


FIG. 4A—DRAWING OF THERMOCOUPLE LOCATION—DRUM BRAKE

- (2) ASTM Oil No. 1, as specified in ASTM D 471
- (3) ASTM Oil No. 3, as specified in ASTM D 471
- (4) Calcium chloride 20% solution
- (5) Hypoid oil
- (6) Butyl cellosolve (brake fluid grade)
- (7) Tap water

2.2.4 REPORT

2.2.4.1 *Ambient Destructive Shear Test*

2.2.4.1.1 Record load at which observable movement of contraction of the lining relative to the shoe occurs.

2.2.4.1.2 Establish and record type of shear fracture pattern. Refer to paragraph 2.2.5.

2.2.4.1.3 Record results of Cotton Lark Test (paragraph 3)

2.2.4.2 *Hot Destructive Shear Test*—Record load at which movement or complete shear of the lining relative to the shoe occurs.

2.2.4.3 *Resistance to Fluids Test*

2.2.4.3.1 Record load at which observable movement or contraction of the lining relative to the shoe occurs.

2.2.4.3.2 Establish and record type of shear fracture.

2.2.4.3.3 Report any visible adverse effects on the adhesive immersion fluid.

2.2.5 REPORT, STANDARD METHOD OF REPORTING BOND FRACTURE

Figure 3 shows the seven possible planes of fracture between the lining and the brake shoe. Each of these planes has been assigned a number from 1 to 7. The report should include the type or types of fracture encountered, by indicating the appropriate number from 1 to 7 with the relative areas of each fracture type expressed as a percent of the total area in decreasing order. (Example: 60 No. 4, 30 No. 7—Note that the percent mark is not used.)

2.3 Dynamometer Test—High Temperature Bond Abuse

2.3.1 *Purpose*—The purpose of this test is to determine the strength of the bond of a combination of lining and adhesive when the shoe and lining assembly is subjected to high temperature and loads, as may be encountered in severe vehicle service reproducing dynamometer.

2.3.2 *Instrumentation*—The complete brake, assembled with set of brake shoes, is mounted in the dynamometer, along with the brake drum or rotor. The thermocouple from the bond line of the

DRILL NO. 1591 HOLE DEPTH TO BE HALF OF THE FRUCTION RADIUS AS ILLUSTRATED.

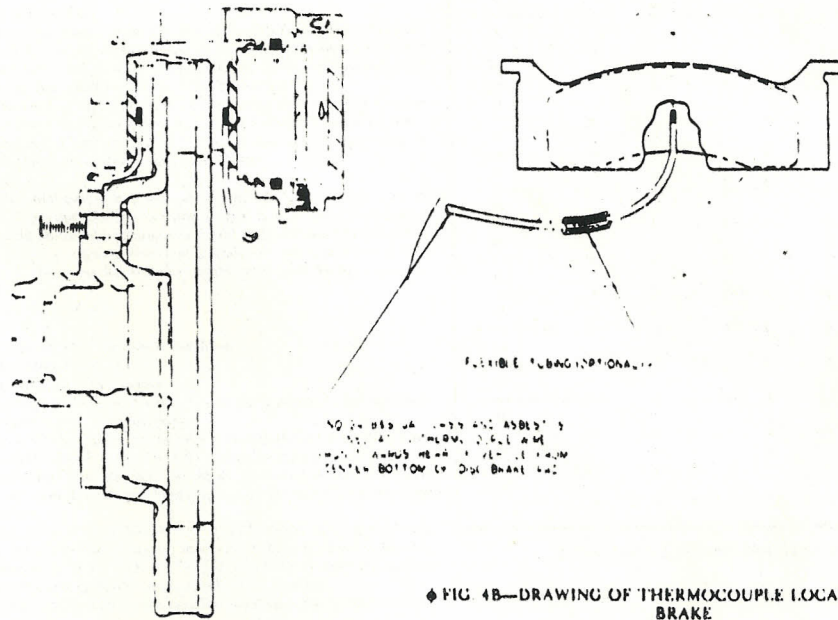


FIG. 4B—DRAWING OF THERMOCOUPLE LOCATION—DISC BRAKE

is connected to the temperature recording instrument. The flywheel loading shall correspond with the work load imposed on the brake as it is used in the specific vehicle. Adjust brake shoe to drum clearance or brake shoe to rotor clearance as recommended by the manufacturer.

**2.3.3 Procedure**

**2.3.3.1 Preparation of Specimens**—Sufficient shoes for dynamometer tests shall be prepared. Test shoes and lining assemblies shall be processed over regular production equipment. For the purpose of recording the bond line temperature, drill a 3/16 in (1.59 mm) diameter hole edgewise in the brake lining and at the bond line to a depth of approximately one-half the lining width, as shown in Fig. 4A for the drum brake or Fig. 4B for the disc brake. The thermocouple must be imbedded in the adhesive layer. When testing a drum brake shoe and lining assembly, locate the hole at approximately the high pressure point of the lining on the shoe which is producing the maximum brake effectiveness and install the thermocouple to the bottom of the hole. For a disc brake shoe and lining assembly, the thermocouple should be located in the bond line at the center of the inboard shoe.

**2.3.3.2 Burnish**—Turn blower on. Make consecutive stops from a flywheel speed corresponding to 60 mph (96.5 km/h) at an average rate of deceleration of 10 ft/s/s (3.06 m/s/s) allowing the temperature to drop to approximately 200°F (93.5°C) between applications until linings show at least 80% contact.

**2.3.3.3 Bond Test, Constant Temperature, 650°F (344.3°C)**—Turn blower on at 100°F (37.8°C) below test temperature. Make stops from a flywheel speed corresponding to 70 mph (112.66 km/h) at an average rate of deceleration of 15 ft/s/s (4.57 m/s/s) until the bond line temperature reaches 650°F (343.5°C). Make as many stops as possible, a maximum of 50 or until the lining wears out, at 650°F (343.5°C) at a deceleration rate of 15 ft/s/s. Make applications at time intervals that will result in maintaining the predetermined average temperature throughout the test. If the 15 ft/s/s deceleration rate cannot be maintained, continue the test at the maximum line pressure encountered during the previous 15 ft/s/s stops.

**2.3.3.4 Bond Test—Ultimate Temperature**—Repeat burnish and bond test above except at increased temperature levels in increments of 50°F (27.7°C). Run three tests, each with new samples, at each temperature level until a failure occurs. Bond line temperature at which consistent failures occur in less than 50 stops is considered the ultimate temperature resistance of the adhesive being investigated.

**Note**—This test is generally used as a research evaluation method for adhesive, and is recommended to be used in testing new adhesive formulations to gain comparative values only.

**2.3.4 Report**—Record pertinent data and test results on the form as shown in Fig. 5.

**2.4 Vehicle Abuse Test**

**2.4.1 Purpose**—The purpose of this test is to determine the effectiveness of the bond for a combination of lining and adhesive when the brake shoes have been subjected to the stresses of shock loading and heat, as may be encountered in severe vehicle service.

**2.4.2 Equipment**—The equipment for performing this test shall consist of an appropriate test vehicle modified to receive a thermocouple or thermocouples at the bond line of the brake shoe and lining assembly, a thermocouple or thermocouples, and a pyrometer.

**2.4.3 Procedure**

**2.4.3.1** Select and prepare brake shoe and lining assemblies as in paragraph 2.3.3.1 except that in testing a disc brake shoe and lining assembly, the lining should be ground to 0.100 in (2.54 mm) in the kness before installation to accelerate the heat transfer to the bond line.

**2.4.3.2** A complete test for bonded brake shoe and lining assembly shall consist of:

**2.4.3.2.1** Shock Test—Cold

**2.4.3.2.2** Heat Test

**2.4.3.2.3** Repeat Shock Test—Intermediate

**2.4.3.2.4** Continued Heat Test

**2.4.3.2.5** Repeat Shock Test—Hot

**2.4.3.3 Test Procedure**—Install a set of shoes and adjust brakes according to manufacturer's recommendations.

**2.4.3.3.1 Shock Test—Cold**—Make one forward and one reverse stop from approximately 15–20 mph (24.1–32.2 km/h) at maximum rate of deceleration and minimum time interval. Repeat two more times. Be alert for wheel drag. A heavy drag or rubbing noise may indicate lining slippage due to bond failure.

**2.4.3.3.2 Heat Test at 250–300°F (121–149°C)**—In any appropriate gear, drive the vehicle while dragging the service brakes. Continue until a bond line temperature at 250–300°F (121–149°C) is reached within 3–5 min (suggested speed 20–40 mph (32.2–64.4 km/h)).

**2.4.3.3.3 Repeat Shock Test—Intermediate**—When the bond line tem-

**DYNAMOMETER TEST OF BONDED SHOE AND LINING ASSEMBLIES**

GENERAL TEST NUMBER ..... PURPOSE ..... DATE .....

BRAKE TYPE ..... SIZE ..... WHEEL CYLINDER DI-AMETER .....

ADHESIVE SOURCE ..... COMPOUND ..... BATCH NO .....

LINING SOURCE - PRIMARY OR FORWARD DRUM SHOE OR OUTER DISC SHOE COM-POUND IDENT (strike out one) .....  
SOURCE - SECONDARY OR REVERSE DRUM SHOE OR INNER DISC SHOE COMPOUND IDENT (strike out one) .....

DRUM OR DISC (strike out one) SOURCE ..... TYPE ..... PART NO .....

SAMPLE PREPARATION ADHESIVE PATTERN ..... TYPE ..... PART NO .....

ROOM TEMP DRY TIME ..... FORCE DRY TIME ..... °F ( °C) .....

BOND CURE MINUTES AT ..... °F ( °C) AT APPROX-PSI ( N/M<sup>2</sup>) .....

DYNAMOMETER FLYWHEEL EQUIVALENT OF ..... FT LB RE AT MPH ( N/M<sup>2</sup> AT KM/H) .....

BURNISH ..... BOND TEST .....

| TEST NO | BURNISH |       | BOND TEST |               | REMARKS |
|---------|---------|-------|-----------|---------------|---------|
|         | SPEED   | DECEL | TEMP MIN  | AVERAGE STOPS |         |
| 1       |         |       |           |               |         |
| 2       |         |       |           |               |         |
| 3       |         |       |           |               |         |
| 4       |         |       |           |               |         |
| 5       |         |       |           |               |         |
| 6       |         |       |           |               |         |
| 7       |         |       |           |               |         |
| 8       |         |       |           |               |         |
| 9       |         |       |           |               |         |
| 10      |         |       |           |               |         |
| 11      |         |       |           |               |         |
| 12      |         |       |           |               |         |
| 13      |         |       |           |               |         |
| 14      |         |       |           |               |         |
| 15      |         |       |           |               |         |
| 16      |         |       |           |               |         |
| 17      |         |       |           |               |         |
| 18      |         |       |           |               |         |
| 19      |         |       |           |               |         |
| 20      |         |       |           |               |         |
| 21      |         |       |           |               |         |
| 22      |         |       |           |               |         |

FIG 5—DYNAMOMETER TEST REPORT

peratures of the shoes are above 250°F (121°C), but not over 300°F (149°C), immediately repeat Shock Test as in paragraph 2 4 3 3 1.

2 4 3 3 4 Continued Heat Test—Immediately continue, dragging the service brakes as in paragraph 2 4 3 3 2 for 30 min. Record bond line temperatures in 2 min intervals and plot on the chart shown in Fig 6A. During the test, the bond line temperature curve must stay within the limits of the envelope of the two curves shown or the test is not to be considered valid.

NOTE: It may be possible to stay within this envelope only on either the two front wheels or the two rear wheels but not both (suggested speed 20–40 mph (32.2–64.4 km/h)).

2 4 3 3 5 Repeat Shock Test—Hot—Immediately after completion of Continued Heat Test in paragraph 2 4 3 3 4, repeat paragraph 2 4 3 3 1.

2 4 3 3 6 Lining Test—Shear or chisel lining from test shoes (see paragraphs 3 2 3 and 3 2 4), record failing loads and/or fracture pattern.

2 4 4 Report results on the form shown in Fig 6B.

3. Quality Control Tests

3.1 Material Tests

3 1 1 Scope—These tests are conducted on the adhesive product being used to determine its consistency within the limits established on a qualified product.

3 1 2 Viscosity Test

3 1 2 1 Purpose—This is a quality control test on the bonding agent to determine its viscosity. The viscosity of an adhesive is defined as the internal friction resistance to flow. This viscosity characteristic is important in the development of application techniques.

3 1 2 2 Equipment

3 1 2 2 1 Viscometer—Variable speed, spindle type Synchro-electric viscometer.

3 1 2 2 2 Container—One quart (0.94 l) round, friction topped can, 4.5 in (114.5 mm) in diameter and 4.875 in (124 mm) high, with a 3/25 in (82.5 mm) opening.

3 1 2 2 3 Thermometer—Accurate thermometer to read in the 77 ± 1°F (25 ± 0.5°C) range.

3 1 2 2 4 Mixer—High-speed agitator to stir adhesive before testing.

3 1 2 3 Procedure

3 1 2 3 1 Agitate sample before testing. Amount and type of mixer to be determined and specified by adhesive supplier.

3 1 2 3 2 Adjust sample to 77 ± 2°F (25 ± 0.5°C).

3 1 2 3 3 Immerse spindle to proper level in adhesive and start motor.

3 1 2 3 4 The reading should be taken when the viscosity reading has stabilized.

3 1 2 3 5 Report—Make and model of the viscometer, the spindle number, spindle speed, temperature, viscosity reading, and scale factor.

3 1 3 Solids Content Test

3 1 3 1 Purpose—This is a quality control test to determine the mox and content of the adhesive. Dry film coverage is directly proportional to the solids content. The test is performed by evaporating the solvent from a sample of known weight and weighing the residue.

3 1 3 2 Equipment

3 1 3 2 1 Circulating hot air oven or vacuum oven equipped with thermometer.

3 1 3 2 2 A 3.0 or (85 g) ointment tin with cover 2 1/2 in (63.5 mm) in diameter.

3 1 3 3 Procedure

3 1 3 3 1 Mix sample thoroughly.

3 1 3 3 2 Weigh empty container and cover to 0.01 g.

3 1 3 3 3 As rapidly as possible, pour approximately 5 g of adhesive into the container. Replace cover on ointment tin at once. Weigh, carefully to 0.01 g.

3 1 3 3 4 Remove cover, heat sample in the oven at 220 ± 5°F ± 3°C for 30 min.

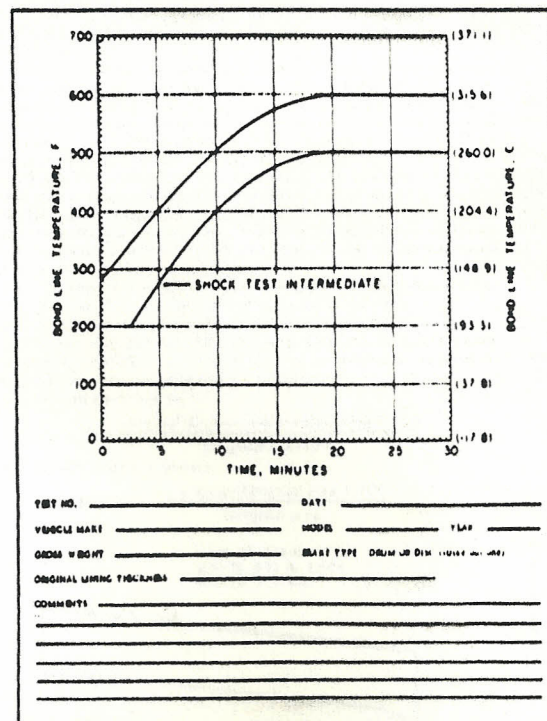


FIG 6A—ENVELOPE VEHICLE ABUSE TEST

VEHICLE ABUSE TEST OF BRAKE SHOE BOND

DATE \_\_\_\_\_  
TEST NO. \_\_\_\_\_

ADHESIVE MANUFACTURER \_\_\_\_\_  
 COMPOUND \_\_\_\_\_ Batch \_\_\_\_\_  
 SAMPLE PREPARATION: \_\_\_\_\_  
 Wet Film Thickness \_\_\_\_\_ Dry Film Thickness \_\_\_\_\_  
 Air Dry \_\_\_\_\_ Minutes \_\_\_\_\_ Force Dry \_\_\_\_\_ Minutes at \_\_\_\_\_ °F \_\_\_\_\_  
 Cure \_\_\_\_\_ Minutes or \_\_\_\_\_ °F (°C) of approx \_\_\_\_\_ psi (N/m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_

VEHICLE DATA  
 DRUM BRAKE OR DISC BRAKE (STRIKE OUT ONE)  

|                     |                                  |                                  |                      |                      |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|
|                     | FRONT<br>(Pri or Fwd)<br>(Outer) | FRONT<br>(Sec or Rev)<br>(Inner) | REAR<br>(Pri or Fwd) | REAR<br>(Sec or Rev) |
| Size                |                                  |                                  |                      |                      |
| Lining Manufacturer |                                  |                                  |                      |                      |
| Lining Compound     |                                  |                                  |                      |                      |
| Wheel Cyl Dia       |                                  |                                  |                      |                      |
| Drum Type           |                                  |                                  |                      |                      |

RESULTS:

|                       | Load at Failure | N/m <sup>2</sup> | Fracture Pattern Test, or Fract Pattern Chisel |
|-----------------------|-----------------|------------------|--|
| LF (Pri or Fwd) Outer | _____           | _____            | _____  |
| LR (Sec or Rev) Inner | _____           | _____            | _____  |
| RF (Pri or Fwd) Outer | _____           | _____            | _____  |
| RL (Sec or Rev) Inner | _____           | _____            | _____  |
| LB (Pri or Fwd)       | _____           | _____            | _____  |
| LR (Sec or Rev)       | _____           | _____            | _____  |
| RR (Pri or Fwd)       | _____           | _____            | _____  |
| RR (Sec or Rev)       | _____           | _____            | _____  |

FIG 6B—REPORT FORM FOR VEHICLE ABUSE

- 3.1.3.3.5 Reweigh sample container and cover to 0.01 g
- 3.1.3.3.6 Calculations

$$\frac{\text{Weight sample after heating} \times 100}{\text{Weight sample before heating}} = \text{Total solids, \%}$$

3.1.3.4 Report—Total solids in percent, time of heating, temperature of heating, and type of oven.

3.1.4 Flow Test

3.1.4.1 Purpose—This test is used to determine the flow properties of the bonding agent. The flow of the dried adhesive film under bonding or curing conditions indicates its ability to wet the surfaces.

3.1.4.2 Equipment

3.1.4.2.1 Steel discs 0.250 in (6.35 mm) thick, 1.125 in (28.6 mm) diameter, SAE 1010.

3.1.4.2.2 Steel strip 0.250 in (6.35 mm) wide, 1.250 in (31.8 mm) long, SAE 1010.

3.1.4.2.3 SAE disc shear testing press.

3.1.4.2.4 Alternate equipment for bonding—use spring loaded fixture and circulating air oven.

3.1.4.2.5 Micrometer capable of measuring 0.0001 in (0.0025 mm).

3.1.4.2.6 Doctor blade (Fig. 7).

3.1.4.3 Procedure

3.1.4.3.1 If the adhesive is a liquid, a dry film must be cast at a rate not as specified.

3.1.4.3.2 From a portion of the liquid adhesive, coat a clean glass metal plate covered with polyethylene film. Coat the entire plate with a uniform thickness coated plate.

3.1.4.3.3 Draw the doctor blade (Fig. 7) across the adhesive, leaving a uniformly thick wet film to give a dry film 0.008-0.010 in (0.203-0.254 mm) thick.

3.1.4.3.4 In lieu of a specific recommendation, dry 3 h minimum at room temperature or as required to obtain a smooth film. Follow by heating for 20 min at an oven at temperature of 175 ± 5°F (80 ± 3°C).

3.1.4.3.5 Using a circular die, cut a 0.75 in (19 mm) diameter circle from the dried film. Remove the polyethylene film. Measure the film thickness to 0.0001 in (0.0025 mm) with the spring micrometer. Use an average of five readings.

3.1.4.3.6 Place a 1.125 in (28.6 mm) diameter circle of heat resistant cellophane over the center of the 0.250 × 1.125 × 4.250 in (6.35 × 28.6 × 108.0 mm) steel bar used in the Disc Shear Test. Mount the film specimen in the center of the cellophane. Cover the specimen with a second circle of cellophane 1.125 in (28.6 mm) in diameter. Use the 1.125 in (28.6 mm) steel shear disc to complete the assembly.

3.1.4.3.7 Place the assembly in the standard SAE disc bonding press (Fig. 8) or in a spring loaded fixture if an oven is to be used for heating. Load to 100 psi (7.0 kg/cm<sup>2</sup>). Heat at the recommended temperature and time cycle. In lieu of a specific recommendation, use rate as shown in Fig. 9. As a supplemental test, the pressure and rate of heating could be the same as that used in paragraph 2.2.

3.1.4.3.8 Remove the assembly from the press or oven and cool to room temperature. Remove the adhesive disc from the plate.

3.1.4.3.9 Soak the disc in water to remove the cellophane.

3.1.4.3.10 Measure the new film thickness with a micrometer to the nearest 0.0001 in (0.0025 mm). Use average of five readings. As an alternate method, measure the area using a planimeter.

3.1.4.3.11 Calculate flow by

$$\text{Flow, \%} = \frac{\text{Original thickness} - \text{New thickness} \times 100}{\text{Original thickness}}$$

3.1.4.3.12 Alternate calculation:

$$\text{Flow, \%} = \frac{\text{New area} - \text{Original area} \times 100}{\text{Original area}}$$

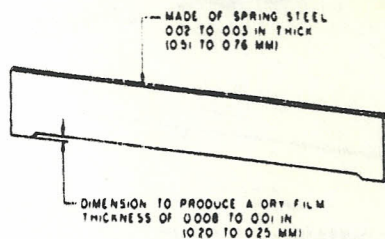


FIG. 7—DOCTOR BLADE

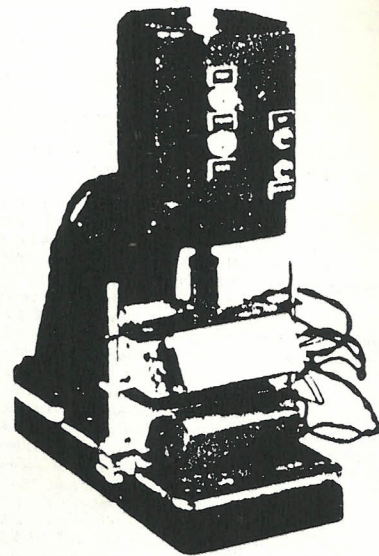


FIG. 8—DISC SHEAR BONDING PRESS

3.1.4.4 Report—Percent flow and method of measurement and calculation (based on thickness or area change).

3.1.5 Disc Shear Test

3.1.5.1 Purpose—This test is used to determine the shear strength of an adhesive intended for bonding brake linings to brake shoes. Disc shear specimens are tested at room temperature and at elevated temperatures.

3.1.5.2 Equipment

3.1.5.2.1 Testing Machine—The testing machine shall be capable of compression loading and shall be so selected that the breaking load of the specimens falls between 15 and 85% of the full scale capacity. The testing machine shall be capable of maintaining a uniform rate of loading of 1200 psi (85 kg/cm<sup>2</sup>) per minute. This rate of loading will be approximately obtained by a free crosshead speed of 0.05 in (1.27 mm) per minute.

3.1.5.2.2 Disc Shear Fixture—The shear fixture (Fig. 10) consists of a semi-circular anvil and a rectangular spring to receive the bonded test disc and strip.

3.1.5.2.3 SAE Bonding Press—A suitable press for bonding the disc shear specimens is shown in Fig. 8. It consists of upper and lower heated platens and an air cylinder for applying pressure during the bonding cycle. The bonding of the disc shear specimens may be done in any suitable manner which conforms to the bonding conditions specified.

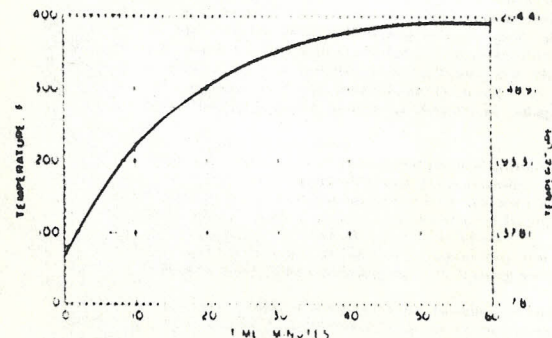


FIG. 9—RATE OF HEATING CURVE

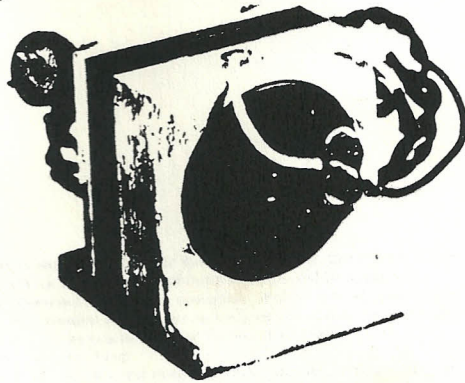


FIG 10—DISC SHEAR FIXTURE

3.1.5.2.4 Test Specimens—Disc and strip specimens shall conform to the shape and dimensions shown in Fig. 11.

3.1.5.3 Procedure

3.1.5.3.1 Preparation of Test Specimens—Test strips and discs shall be made of a mild steel, such as SAE 1010. Both strips and discs shall have an initial thickness of 0.252 in (6.4 mm) maximum. They shall be ground flat and parallel within 0.001 in (0.03 mm). Discs and strips may be reused by removing the old adhesive and refurbishing the surfaces as described, but the thickness shall not be reduced to less than 0.210 in (0.10 mm).

The bonding surfaces of the strips and discs shall be prepared as follows:

- (1) Clean with a hot degreasing solvent such as trichloroethylene.
- (2) The surfaces to be bonded shall be finished with 180 grit aluminum oxide cloth or grit blasted (G 40 grit has been found satisfactory).
- (3) Follow with a methyl-ethyl-ketone rinse.
- (4) Apply adhesive to the prepared surface immediately.

The adhesive shall be applied as follows:

- (1) If a tape adhesive is used, a 1/2 in (12.7 mm) diameter disc of adhesive shall be cut and placed between the disc and the strip. Record dry film thickness.
- (2) If a liquid adhesive is used, the adhesive shall be spread on the surface of the disc and the appropriate portion of the strip. The wet film thickness shall be sufficient to produce a dry film thickness of 0.002-0.003 in (0.05-0.08 mm) on each surface. The adhesive on the disc and strip shall be air dried for 5 h minimum. Follow by heating for 20 min at an oven temperature of 175 ± 5°F (80 ± 3°C). The mating surfaces shall then be placed together.

The bonding procedure shall be as follows: The specimens shall be bonded at the recommended temperature, pressure, and bonding time. They shall be allowed to cool to room temperature before shear testing.

3.1.5.3.2 Testing of Specimens

(1) Room Temperature Shear—The bonded test specimen shall be inserted in the slot at the top of the shear fixture with the bottom of the disc resting on the semicircular anvil.

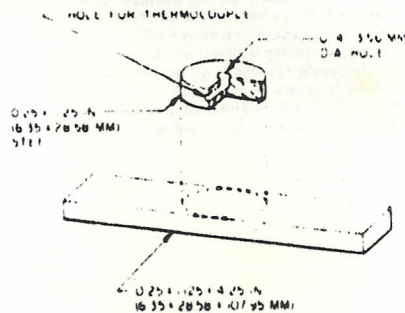


FIG 11—STEEL DISC AND STRIP

(2) Elevated Temperature Shear—The shear fixture shall be heated to the specified temperature before the specimen is inserted, then the specimen shall be inserted, and when the bond line reaches the specified temperature, the load is applied. A thermocouple inserted in the disc as shown in Fig. 11 is used to check temperature.

3.1.5.4 Report—The report shall include the following:

- 3.1.5.4.1 Complete identification of adhesive tested, source, including specification number, trade name, lot number, and lot date.
- 3.1.5.4.2 Bonding apparatus used.
- 3.1.5.4.3 Shear properties.
- 3.1.5.4.4 Air or oven drying time and temperature.
- 3.1.5.4.5 Dry film thickness for each specimen tested (in inches or millimeters).
- 3.1.5.4.6 Curing time, temperature, and pressure.
- 3.1.5.4.7 Rate of curing (time/temperature curve).
- 3.1.5.4.8 Temperature at which shear test was performed.
- 3.1.5.4.9 Shear stress at failure for each specimen.
- 3.1.5.4.10 Nature of failure, including the average estimated percentage of failure in cohesion and adhesion.

3.2 Process Tests

3.2.1 Scope—These tests are conducted on the brake shoe and lining assembly to determine the consistency of the previously qualified production process.

3.2.2 Bond Plane Shear Test

3.2.2.1 Purpose—The Bond Plane Shear Test is included in this paragraph on Process Tests, as well as in paragraph 2 on Qualification Tests, to denote that it is to be used as a test of the bonding process on production brake shoe and lining assemblies to determine any variance from a previously approved process.

3.2.2.2 Equipment—See paragraph 2.2.2.

3.2.2.3 Procedure

3.2.2.3.1 Nondestructive Proof Load—If production assemblies are to be proof tested, select a proper temperature with an appropriate tolerance and apply the proof load up to the specified value after the run is in contact with the lining. Maintain the proof load for 15 s minimum.

3.2.2.3.2 For the Ambient Destructive Shear Test on an appropriate statistical sampling procedure, see paragraph 2.2.3.1.

3.2.2.4 Report

- 3.2.2.4.1 Nondestructive Proof Load
  - (1) Report length, width, and drum diameter of shoe and lining assembly.
  - (2) Report type of lining, bonding process, and time of sampling.
  - (3) Report proof load in pounds (kilograms) and testing temperature.
  - (4) Report any movement of lining relative to the brake shoe table or rim.

3.2.2.4.2 Ambient Destructive Shear Test on Statistical Sample

- (1) Report length, width, and drum diameter of shoe and lining assembly.
- (2) Report type of lining, bonding process, and type of sampling.
- (3) Report loading load in pounds (kilograms).
- (4) Report fracture pattern (see paragraph 2.2.5).
- (5) Report statistical frequency of test as a percentage of production.

3.2.3 Overall Adhesion Chisel Test

3.2.3.1 Purpose—This test is used to determine the overall quality of lining to brake shoe adhesion with simple hand tools.

3.2.3.2 Equipment—The equipment for performing this test consists of a chisel as wide or wider than the lining and ground to a sharp edge, a hammer, and a vise.

3.2.3.3 Procedure—The brake shoe and lining assembly is held in the vise and the lining removed from the shoe with the hammer and the wide chisel starting from the end of the lining with the point of the chisel at the adhesive layer. It is important that the lining be removed from the brake shoe as close as possible to the adhesive line. During the operation, the exact plane of separation should be noted.

3.2.3.4 Report—Report fracture pattern as detailed in paragraph 2.2.5.

3.2.4 Specific Adhesion Chisel Test

3.2.4.1 Purpose—This test is to determine the physical condition of the adhesive itself in the bonded brake shoe and lining assembly.

3.2.4.2 Equipment—The equipment for performing this test consists of a chisel 1/2 in (12.7 mm) wide, ground to a sharp edge, a hammer, a vise, a rough cut file, a stiff wire brush, and a suitable solvent.

3.2.4.3 Procedure—This test may be done as a separate test or it may follow the Overall Adhesion Chisel Test (paragraph 3.2.3) using the same sample.

All traces of brake lining shall be removed from the adhesive layer in a lateral strip, approximately 1 in (25.4 mm) wide, using the chisel, the file, and finally the wire brush. The condition of the adhesive layer should

noted. It is suggested that the Cotton Tack Test (paragraph 325) utilized, any tackiness of the adhesive layer should be reported.

3254 *Report*—The physical condition of the layer should be noted as to its amount of flow, its wetting to the metal, its continuity, sponginess, and its reaction to the Cotton Tack Test.

#### 325 COTTON TACK TEST

3251 *Purpose*—This test is to determine by simple means the approximate state of cure of some adhesives on a fractured shoe and lining assembly, following Specific Adhesion Chisel Test (paragraph 324) or her test.

3252 *Materials*—Long fiber absorbent cotton, an eye dropper, and suitable solvent are required.

#### 3253 Procedure

32531 Expose the adhesive layer as indicated in paragraph 3243.

32532 With a dropper, apply 2 or 3 drops of suitable solvent.

32533 While the solvent is evaporating, use a small wad of long fiber absorbent cotton to dab (not wipe) the moistened surface repeatedly at a rate of approximately two dabs per second, until the surface is completely dry.

32534 Blow lightly on the surface to remove any stray cotton fibers which may have simply fallen onto the surface.

32535 Examine the surface to determine whether any cotton remains stuck to the surface.

#### 3254 Report

32541 If there are no cotton fibers stuck to the surface, report no tack.

32542 If there are cotton fibers stuck to the surface, report tack.

#### 3255 Interpretation of Results

32551 Tack may be an indication that the adhesive is not completely cured and results should be verified by performing the State of Cure Test (paragraph 326). *Note*: This test may not properly reflect state of cure on all types of adhesive. It is recommended that the suitability of this test, as well as the proper solvent, be determined.

#### 326 STATE OF CURE TEST

3261 *Purpose*—This test is used to determine the state of cure of the adhesive of a bonded shoe and lining assembly.

3262 *Equipment*—The equipment for performing this test consists of a vise, hack saw, state of cure fixture shown in Fig. 12, a small "C" clamp, a pyrometer with a thermocouple, and a gas burner or gas torch.

3263 *Procedure*—The brake shoe shall be mounted in a vise and a 1 in<sup>2</sup> (6.5 cm<sup>2</sup>) segment of lining is isolated along one edge with a hack saw, making sure the saw reaches the bare metal of the shoe rim. Drill a hole for the thermocouple at the bond line adjacent to the saw cut. Insert the thermocouple wire. With the spring in the loaded position, the state of cure fixture is mounted on the shoe as illustrated in Fig. 12. The sliding punch is brought to bear on the cut lining segment and secured by tightening the nuts. The fixture is then unclamped. This brings the spring load onto the edge of the lining segment. The compressed spring length should be measured and agree with the previously calibrated length for 100 lb (45.4 kg). The "C" clamp is mounted on the spring side of the toggle clamp support and the shoe rim. (*Note*: It is not clamped tightly and is used to prevent the fixture cocking from the shoe.) Heat



FIG. 12—STATE OF CURE FIXTURE

is now applied to the assembly at a uniform rate to permit the bond line to reach the test temperature of 400–420°F (204.4–205.6°C) within 45–60 s. A dwell at the test temperature is required for 2–3 min, thereby assuring the entire area is at temperature.

3264 *Results*—If no failure occurs, the adhesive is considered to be properly cured. Incomplete cure is evidenced by any movement of the lining with respect to the shoe rim, providing the cause can be established as an adhesive failure rather than a lining failure.

3265 *Special Note*—A soft lining might compress under the 100 lb (45.4 kg) load. In this case, reduce the ratio of the area in shear to the bearing area at the punch by one-half, that is, cut a 1/2 in<sup>2</sup> (3.2 cm<sup>2</sup>) lining segment, 1 in (25.4 mm) wide by 1/2 in (12.7 mm) deep and reduce the spring load to 50 lb (22.7 kg).

B) A continuación el detalle de materiales utilizados:

Adhesivo

Redux 64; color ámbar, contenido sólido 37%; viscosidad 1.7; tiempo de vida a 22 C 18 meses.

Antioxidante

Redux 70; color ámbar; contenido sólidos 41%; densidad 0.8; tiempo de vida 22 C 12 meses.

Material de fricción

Segmentos cortados de acuerdo a medidas de zapatas, estan compuestos por: asbesto, resina fenólica, grafito y acelerantes químicos.

C.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Catálogo FMSI
- 2.- Engineering Properties of Adhesives  
por: Theodore J. Reinhart Jr.
- 3.- This is Permafuse.- Permafuse Corporation
- 4.- Normas técnicas en fajas y pastillas de freno.-  
ININTEC
- 5.- 1989 SAE Handbook.- Volumen 2