



SECRETARIA DE COMERCIO

Y

FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NMX-D-244-1986

**INDUSTRIA AUTOMOTRIZ -
ANTICONGELANTE/REFRIGERANTE-
CORROSION METODO DE PRUEBA**

*AUTOMOTIVE INDUSTRY-ANTIFREEZE/COOLANT-CORROSION
TEST METHOD*

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

INDICE

Capítulo

1. OBJETIVO
2. REFERENCIA
3. DEFINICION
4. PRINCIPIO O FUNDAMENTO
5. REACTIVOS Y MATERIALES
6. APARATOS Y EQUIPO
7. PREPARACION Y ACONDICIONAMIENTO DE LA PRUEBA
8. PROCEDIMIENTO
9. EXPRESION DE RESULTADOS
10. INFORME DE PRUEBA
11. APENDICE
12. BIBLIOGRAFIA
13. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

INDUSTRIA AUTOMOTRIZ - ANTICONGELANTE/REFRIGERANTE-
CORROSION METODO DE PRUEBA

AUTOMOTIVE INDUSTRY-ANTIFREEZE/COOLANT-CORROSION
TEST METHOD

1 OBJETIVO

Esta Norma Oficial Mexicana establece el método de prueba para determinar la corrosión que produce el anticongelante/refrigerante bajo condiciones controladas de laboratorio, usado en motores de combustión interna.

2 REFERENCIA

Esta Norma se complementa con la siguiente Norma Oficial Mexicana vigente:

NMX-D-242 Industria Automotriz-Anticongelante/Refrigerante - Muestreo y Preparación de Soluciones Acuosas.

3 DEFINICION

Para los propósitos de esta Norma se establece la siguiente definición:

3.1 Corrosión

Es el ataque químico que sufren los metales por los efectos del anticongelante/refrigerante.

4 PRINCIPIO O FUNDAMENTO

Las láminas metálicas típicas que se encuentran presentes en los sistemas de enfriamiento de motores de combustión interna se deben sumergir totalmente en una solución de anticongelante/refrigerante con aereación por 336 h a $361 \pm 2\text{K}$ ($88 \pm 2^\circ\text{C}$). De esta manera, las propiedades inhibitoras de la corrosión de la solución de prueba se deben evaluar en base a los cambios de masa ocurridos en las láminas.

5 REACTIVOS Y MATERIALES

5.1 Reactivos

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser grado analítico; cuando se mencione agua, debe entenderse como agua destilada, a menos que se indique otra cosa.

5.1.1 Agua corrosiva.- Disolver 148mg de sulfato de sodio anhidro, 165mg de cloruro de sodio anhidro y 138mg de bicarbonato de sodio anhidro en un litro de agua.

5.1.2 Sulfato de sodio anhidro.

5.1.3 Cloruro de sodio anhidro.

5.1.4 Bicarbonato de sodio anhidro.

5.1.5 Polvo de arena de carburo de silicio fino o polvo de piedra "pómex".

5.1.6 Acetona.

5.1.7 Mezcla 1:1 de ácido clorhídrico, densidad=1,19 y agua.

5.1.8 Trióxido de cromo.

5.1.9 Acido ortofosfórico al 85%.

5.1.10 Acido nítrico concentrado.

5.1.11 Acido acético glacial.

5.2 Material

5.2.1 Material común de laboratorio.

5.2.2 Lija de agua del No. 1.

5.2.3 Cepillo de cerda dura.

5.2.4 Cepillo de cerda suave.

5.2.5 Cepillo de latón.

6 APARATOS Y EQUIPO

6.1 Balanza analítica, con una sensibilidad de 0,1 mg.

6.2 Desecador, con un desecante adecuado.

6.3 Pinzas de níquel-cromo, para crisol.

6.4 Micrómetro, con una sensibilidad de 0,02mm.

6.5 Recipiente.- Vaso de vidrio resistente al calor de 1000ml, de forma alta y sin vertedero.

6.6 Tapón de hule del No.15, con tres orificios como se indica en la figura 1.

6.7 Condensador.- Un condensador de vidrio tubo de rosario para reflujo de 406,6mm en la chaqueta.

6.8 Tubo aereador.- Un tubo dispersor de gas, tamaño de porosidad 12-C (12mm de diámetro, porosidad gruesa), vástago de 250mm de longitud y 8mm de diámetro.

6.9 Termómetro.- Termómetro de inmersión parcial con un intervalo de 253 a 423K (-20 a 150°C) o equivalente (véase apéndice 11.1).

6.10 Fuente de calentamiento.- Plato de calentamiento o baño de temperatura constante con regulador de temperatura que contenga un líquido con alto punto de ebullición.

6.11 Suministro de aire.- Fuente abastecedora de aire limpio y seco, libre de aceites y otros contaminantes.

6.12 Regulador de flujo.

6.13 Láminas metálicas.

Las láminas metálicas que se mencionan a continuación son representativas de los metales que se usan en los sistemas de enfriamiento.

6.13.1 Acero.- Usar lámina de 1,59mm de espesor y de 50.8 x 25.4mm² de área, la composición química debe ser la siguiente: carbón de 0,17 a 0,23%, manganeso de 0,30 a 0,60%, fósforo 0,040% máx. y azufre 0,050% máx. (véase apéndice 11.2).

6.13.2 Cobre.- Usar una lámina de 1.59mm de espesor y de 50.8 x 25.4mm² de área, la composición debe ser conforme al apéndice 11.3.

6.13.3 Latón.- Usar una lámina de 1,59mm de espesor y de 50.8 x 25.4 mm² de área; la composición debe ser conforme al apéndice 11,4.

6.13.4 Soldadura.- Usar una lámina de soldadura de 1,59 mm de espesor y de 50.8 x 25.4mm² de área; la composición debe ser conforme al apéndice 11.5.

6.13.5 Aluminio de fundición.- Usar una lámina de 3.18mm de espesor y de 50.8 x 25.4mm² de área; la composición debe ser conforme al apéndice 11.6.

6.13.6 Hierro de fundición.- Usar una lámina de 3,18mm de espesor y de 50.8 x 25.4mm²; de área la composición debe ser conforme al apéndice 11.7.

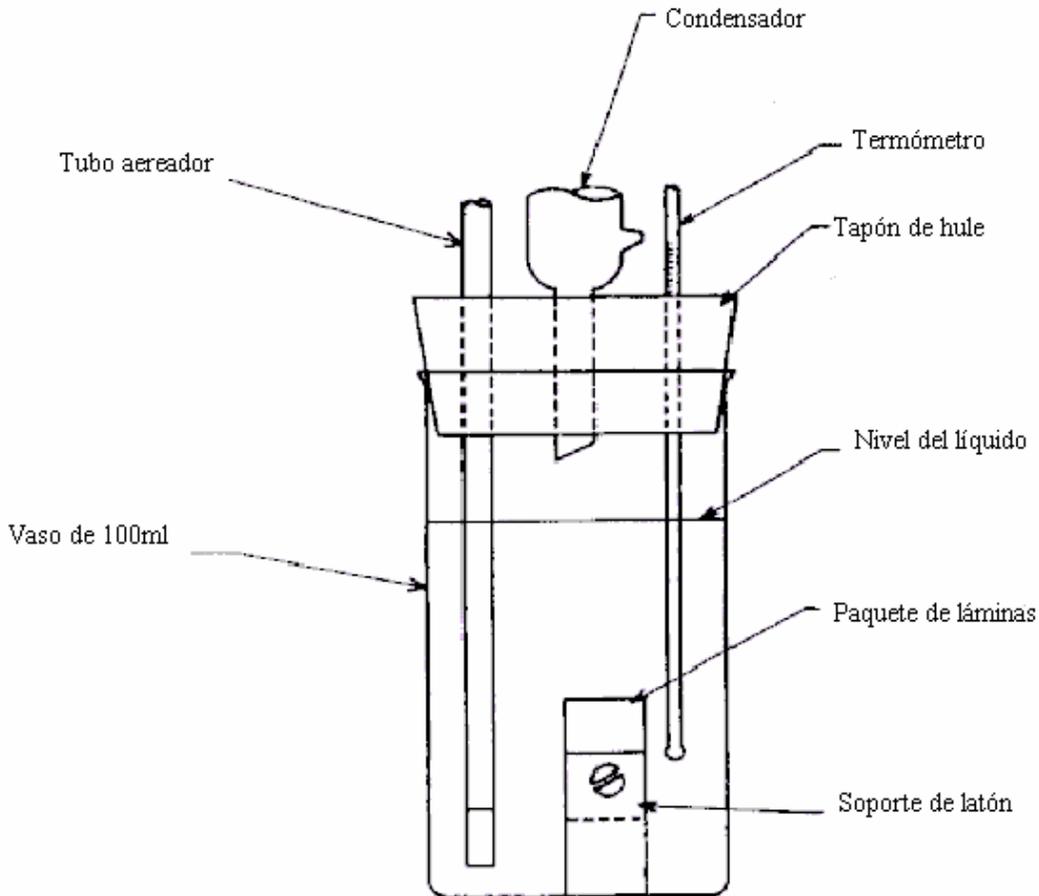


FIGURA 1.- VASO, TUBO AEREADOR Y JUEGO DE LAMINAS PARA LA PRUEBA DE CORROSION.

7 PREPARACION Y ACONDICIONAMIENTO DE LA PRUEBA

7.1 Colocación de las láminas (véase figura 2)

7.1.1 Las láminas metálicas deben de estar perforadas en su centro con un orificio de 6.75mm, para colocar un tornillo de latón de 50.8mm de longitud cubierto con un tubo de politetrafluoroetileno de 6.35mm de diámetro externo, 1.59mm de ancho y un espesor de pared de 0.4mm. Se requiere de dos soportes de latón de dureza media de 1.59 x 50.8 x 25.4mm con un orificio de 6.35mm de diámetro, centrado a 6.35mm de la parte superior y a 12.7mm de cada lado.

7.1.2 El juego de láminas de prueba se debe armar sobre el tornillo aislado, con las láminas en el siguiente orden: soporte de latón, cobre, soldadura, latón, acero, hierro fundido, aluminio y soporte de latón. Las láminas deben estar separadas por medio de espaciadores con un espesor de 4.76mm, diámetro interior de 6.75mm y 11.11mm de diámetro externo.

7.1.3 Los espaciadores hechos de politetrafluoroetileno se deben de usar entre los apoyos de latón y el juego de láminas de prueba y entre las láminas de prueba y entre las láminas de latón y acero. Los espaciadores de latón se deben de usar entre las láminas de cobre y soldaduras, así como soldadura y latón. Los espaciadores de acero, entre las láminas de acero y hierro fundido, así como hierro fundido y aluminio. Al final del tornillo se debe colocar una tuerca firmemente apretada para asegurar un buen contacto eléctrico entre las láminas de cada sección del juego.

7.2 Preparación de las láminas

7.2.1 Pulir las láminas de aluminio y de hierro fundido con lija de agua del No.1 (véase apéndice 11.9). Quitar cualquier rebaba que se encuentre a los lados y en el orificio; tallar todas las láminas usando un cepillo de cerda dura humedecido y polvo de arena de carburo de silicio fino o polvo de piedra "pómex", hasta que toda la superficie se encuentre limpia, brillante y libre de cualquier mancha o capa de óxido.

7.2.2 Enjuagar las láminas con agua, luego con acetona y con unas pinzas transferir las láminas a un desecador y mantenerlas ahí a $296 \pm 5K$ ($23 \pm 5^{\circ}C$) por lo menos durante 1 h. Si al cabo de este tiempo no son usadas, se debe conservar en el desecador hasta que sean requeridas.

7.2.3 Determinar la masa con una aproximación de 0.1mg, así como el área total de cada lámina en centímetros cuadrados y registrar estos valores.

7.3 Condiciones de la prueba

7.3.1 Ensamble.- La colocación de las láminas con relación al tubo aereador y a los otros componentes, van conforme se presentan en la figura 1. Nótese que la punta del condensador apenas sale de la parte inferior del tapón de hule.

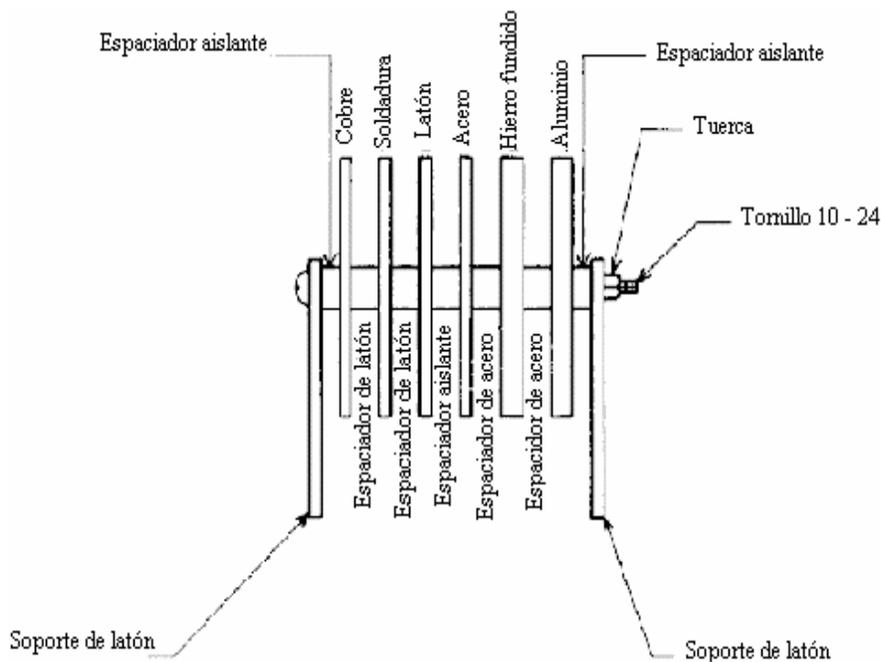


FIGURA 2.- JUEGO DE LAMINAS DE PRUEBA.

7.3.2 Temperatura de prueba.- La solución de prueba se debe mantener a $361 \pm 2\text{K}$ ($88 \pm 2^\circ\text{C}$).

7.3.3 Flujo de aereación.- El flujo de aereación debe ser de $100 \pm 10\text{ml/min}$. El tubo aereador se debe colocar a un mínimo de 12.7mm de distancia del juego de láminas de prueba para evitar el contacto directo éstas.

7.3.4 Duración de la prueba.- La prueba debe ser corrida continuamente por 336 h (2 semanas) como mínimo.

8 PROCEDIMIENTO

Nota 1.- Las pruebas para cada solución de anticongelante/refrigerante deben ser por triplicado de acuerdo al siguiente procedimiento.

8.1 Limpiar cuidadosamente el vaso de prueba, condensador, tapón de hule y el tubo aereador.

8.2 Montar las láminas en el orden dado en el inciso 7.1 y colocar el paquete en el vaso de prueba como se muestra en la figura 1.

8.3 Vertir 750ml de la solución de prueba, la cual se debe preparar de una parte de anticongelante/refrigerante con dos partes de agua corrosiva, en el vaso de 1000ml.

8.4 Colocar el condensador y el tubo aereador en el vaso y ajustar la velocidad de aereación a 100ml/min.

8.5 Elevar la temperatura a $361 \pm 2\text{K}$ ($88 \pm 2^\circ\text{C}$) y dejar pasar agua a través del condensador a una velocidad suficiente para mantener una refrigeración adecuada.

8.6 Verificar cada día la temperatura de la solución, la velocidad de aereación y el nivel de la solución para asegurar las condiciones de trabajo. Compensar las pérdidas por evaporación, adicionando agua destilada. Las pruebas pueden operar solas durante los fines de semana y días festivos.

8.7 Al final de la prueba desensamblar inmediatamente las láminas y cepillarlas muy ligeramente con un cepillo de cerda suave y agua, para quitar los productos de la corrosión levemente adheridas. Para quitar la corrosión y películas más adheridas, cada lámina individualmente debe ser sujeta a un tratamiento adicional de limpieza como sigue:

8.7.1 Hierro y Acero.- Remover los depósitos adheridos por medio de un cepillo de latón, seguido por un cepillo de latón, seguido por un cepillo con cerdas húmedas y piedra "pómex" fina, para limpiar la lámina totalmente (véase apéndice 11.9).

8.7.2 Cobre y Latón.- Sumergir las láminas en una mezcla 1:1 de ácido clorhídrico concentrado (HCl), densidad = 1.19 y agua durante 15s para quitar las películas de

óxidos; enjuagar con agua para eliminar el ácido y frotar con cepillo de cerdas húmedas y polvo fino para pulir.

Nota 2.- Precaución.- El ácido clorhídrico es un ácido fuerte; evitar el contacto con la piel y los ojos. Mantenerlo en la campana de extracción.

8.7.3 Aluminio.- Sumergir por 5min en una solución acuosa que debe contener 2% en masa de trióxido de cromo (CrO_3) y 5% en volumen de ácido ortofosfórico (H_3PO_4 al 85%), manteniendo la temperatura a 353K (80°C). Enjuagar con agua y cepillar ligeramente con cepillo de cerdas suaves para quitar las películas sueltas. Enjuagar otra vez con agua. Si alguna película permanece, sumergido por 1min en ácido nítrico concentrado (HNO_3) y repartir el paso anterior.

Nota 3.- Precaución.- El trióxido de cromo (CrO_3) es un oxidante altamente tóxico. Evitar contacto con la piel, ojos y ropa. No aspirar vapores de ácidos ortofosfórico (H_3PO_4 al 85%) y ácido nítrico (HNO_3). Mantenerlos en la campana de extracción.

8.7.4 Soldadura.- Sumergir 5min las láminas en una solución acuosa al 1% de ácido acético glacial (CH_3COOH) en ebullición. Enjuagar con agua para eliminar el ácido y cepillar ligeramente con un cepillo de cerdas suaves para eliminar la materia suelta.

Nota 4.- Precaución.- Evitar el contacto del ácido acético glacial (CH_3COOH) con la piel y los ojos. Mantenerlo en la campana de extracción.

8.8 Los tiempos de inmersión en el ácido que se dan en los incisos 8.7.2, 8.7.3 y 8.7.4, para la limpieza de láminas no ferrosas, son valores promedio, adecuados para usarse en la mayoría de los casos.

8.9 Una vez realizada cada una de las cuatro operaciones de limpieza mencionadas, enjuagar totalmente, primero con agua de la llave y luego en acetona. Secar y determinar la masa de las láminas con una aproximación a 0.1mg. Almacenar las láminas en un desecador si no se puede determinar su masa inmediatamente.

8.10 A causa de los materiales y de los métodos de limpieza, pueden existir variaciones notables entre diferentes laboratorios, por lo que ocasionalmente deben determinarse pérdidas por limpieza por un mismo operador, en un juego de láminas no probadas por triplicado. Deducir el promedio de las pérdidas por limpieza de las determinadas en la prueba, para obtener las pérdidas verdaderas por corrosión.

9 EXPRESION DE RESULTADOS

9.1 Cálculos

9.1.1 Determinación de la corrosión en las láminas

Determinar la corrosión en las láminas, a partir de la diferencia en masa, con la siguiente ecuación:

$$\text{Corrosión en gramos/centímetro cuadrado} = \frac{M_2 - M_1}{A}$$

Donde:

M₁ es igual a la masa inicial, en miligramos.

M₂ es igual a la masa final, en miligramos.

A es igual a área total de la lámina en centímetros cuadrados.

9.1.2 Precisión

Las pruebas de corrosión de este tipo son inherentemente faltas de precisión y los valores específicos de cambio de masa para láminas metálicas no pueden ser interpretados exactamente. Es por ésta razón que las pruebas deben correrse por triplicado, y los resultados de cada metal se deben promediar para obtener un valor significativo (véase apéndice 11.11).

10 INFORME DE LA PRUEBA

El informe debe incluir los siguientes datos como mínimo:

- Datos completos de identificación de la muestra.
- Referencia al método o norma utilizada.
- Número de lote.
- El cambio de masa encontrado para cada lámina con una aproximación a 0.1mg.
- El cambio de masa de las pruebas por triplicado (véase apéndice 11.10).
- Cualquier desviación al procedimiento aquí descrito que pueda afectar los resultados obtenidos.
- Fecha de determinación.
- Nombre del analista.
- Cualquier anomalía observada durante su determinación.

11 APENDICE

11.1 Termómetro.- Se recomienda usar un termómetro de inmersión parcial ASTM-1C O equivalente.

- 11.2 Acero.- Se recomienda usar un acero UNS-G 10200 (SAE 1020)
- 11.3 Cobre.- Se recomienda usar un cobre cuya composición sea del tipo UNS-C 11000 (SAE-CA-110) o UNS-C 11300 (SAE-CA-113).
- 11.4 Latón.- Se recomienda usar latón cuya composición sea del tipo UNS-C 26000 (SAE-CA-260).
- 11.5 Soldadura.- Se recomienda usar lámina de soldadura de la aleación 30 A ó 30 B de la especificación ASTM-B-32 (SAE 3 A).
- 11.6 Aluminio de fundición.- Se recomienda usar lámina de aluminio de acuerdo a la aleación UNS-A 03190 (SAE 329).
- 11.7 Hierro de fundición.- Se recomienda usar láminas de hierro de acuerdo a la aleación UNS-F 10007 (SAE-G-35000).
- 11.8 UNS.- El término UNS significa Sistema Numérico Unificado (Unified Numbering System) para los metales y aleaciones SAE. ASTM, julio 1974.
- 11.9 Limpieza de láminas.- Una alternativa para la limpieza del hierro, acero y soldadura, es la forma electrolítica. Detalles del procedimiento se encuentran en la practica G1 del ASTM "Preparing cleaning and evaluating corrosion test specimens" Standards, Vol. 03. 02.
- 11.10 Si algún valor resultara completamente fuera de lo normal, debe ser tratado como se describe en la recomendación práctica ASTM-E-178 "Dealing with outlining observations" Standards, Vol. 14.02.
- 11.11 Se ha encontrado que la repetibilidad tiende a ser buena, particularmente cuando los cambios de masa son bajos y no es útil cuando estos son altos para un metal dado. Resultados de laboratorio han mostrado que la reproducibilidad es inferior a la repetibilidad. Un laboratorio puede encontrar un cambio de masa para un metal en particular diez veces más grande que el encontrado en otro laboratorio. Sin embargo, con algunas excepciones, la mayoría de laboratorio han mostrado un acuerdo general sobre ciertos metales que no son anhidridos satisfactoriamente.

12 BIBLIOGRAFIA

Annual Book of ASTM Standards-Volume 15.05-1985.

ASTM-D-1384-80 Standard Method for:

Corrosión Test for Engine Coolants in Glassware.

13 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

No se puede establecer por no existir referencia al momento de la elaboración de la presente.

México, D.F., Diciembre 5, 1986

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'C. Saez Pueyo', written in a cursive style.

LIC. CONSUELO SAEZ PUEYO.