



**SECRETARIA DE COMERCIO**

**Y**

**FOMENTO INDUSTRIAL**

**NMX-K-173-1974**

**DETERMINACION DE LA VISCOSIDAD DE LOS COMPUESTOS  
EPOXICOS.**

**DETERMINATION OF VISCOSITY OF EPOXIC COMPOUNDS**

*DIRECCION GENERAL DE NORMAS*

## DETERMINACION DE LA VISCOSIDAD DE LOS COMPUESTOS EPOXICOS.

### DETERMINATION OF VISCOSITY OF EPOXIC COMPOUNDS

#### 1. ALCANCE

- 1.1 Este método cubre la medición de la viscosidad de resinas epóxicas, otros compuestos epoxiados, modificadores, y diluyentes usados en la formulación de sistemas epóxicos, agentes líquidos de curado que afectan el endurecimiento de resinas epóxicas y en los sistemas agente de curado de resina epóxica.
- 1.2 La viscosidad de otros materiales líquidos, sea claro u opaco, puede determinarse por éste método.
- 1.3 El método descrito es válido para viscosidades entre 100 y 2000 000 cp. Para la medición de viscosidades entre 0 y 500 cp., se recomienda el uso de un método cinemático. (ver inciso 6.2.1).

#### 2. APARATOS Y EQUIPO

- 2.1 Viscosímetro Brookfield modelo RVF o equivalente. (Ver incisos 6.2.2. y 6.2.3.).
- 2.2 Baño de temperatura controlado, a  $\pm 0.1$  °C, según sea el tipo agua o aceite.
- 2.3 Termómetro Celsius con divisiones de 0.1 °C para punto de solidificación teniendo un rango de 20 a 50°C.
- 2.4 Vaso de precipitados de 600 ml de capacidad, o un bote para pintura, abierto en un extremo, de un litro de capacidad, de aproximadamente 10.4 cm de diámetro y 11.8 cm de altura.

#### 3. PREPARACION DE LA MUESTRA

La muestra debe ser cubierta y colocada en un baño de temperatura controlada a la temperatura de la prueba, durante por lo menos 4 horas antes de ser probada, o durante un tiempo más largo si se necesita que todas las partes de la muestras alcancen la temperatura de la prueba dentro de  $\pm 0.1$  °C. Este acondicionamiento puede llevarse a cabo en el vaso o en el bote en donde se van a hacer las mediciones. (Ver incisos 6.2.4. y 6.2.5.)

El “Spindle” y el resguardo deben llevarse a la temperatura de prueba antes de empezar la prueba.

#### 4. PROCEDIMIENTO

Se coloca en el bote o vaso de precipitados limpio, una porción de 500 ml de la muestra acondicionada previamente. Se inserta el “Spindle” de acuerdo a la Tabla 1 y el

resguardo dentro de la muestra, teniendo cuidado de evitar atrapamiento de aire. (Ver incisos 6.1.6. y 6.1.7.)

TABLA I  
 “SPINDLES” RECOMENDADOS PARA VISCOSIMETRO BROOKFIELD RVF

Rango, CP <sup>a</sup>	“Spindle”	Velocidad rpm	Factor
100 a 400	1	20	5
400 a 800	1	10	10
800 a 1600	2	20	20
1600 a 3200	2	10	40
3200 a 4000	3	20	50
4000 a 8000	4	20	100
8000 a 16000	4	10	200
16000 a 20000	3	4	250
20000 a 40000	4	4	500
40000 a 80000	4	2	1000
80000 a 160000	5	2	2000
160000 a 200000	6	4	2500
200000 a 400000	6	2	5000
400000 a 800000	7	4	10000
800000 a 2000000	7	2	20000

- a) Si la lectura de la escala está debajo de 20 o arriba de 80, se cambia el “Spindle” y la velocidad recomendada para el siguiente rango de viscosidad inferior o superior.
- b) Para obtener la viscosidad en centipoises, se multiplica la lectura de la escala 100 por el factor de la velocidad y del “Spindle” dados.

Se pone a funcionar el viscosímetro 1 minuto después de terminado cualquier mezclado. (Ver inciso 6.1.8). Se deja que el “spindle” gire durante 30 segundos, parando el instrumento por medio del embargue y se lee el reloj.

Después de registrar la primera lectura se deja girar el “spindle” de 3 a 4 ciclos adicionales, y se toma una segunda lectura. Si la segunda lectura concuerda con la primera, se anota esta cifra. Si las dos lecturas difieren, se deja que el “spindle” gire 3 ó 4 veces más, y se toma de nuevo la lectura. Se continúa este procedimiento para 10 lecturas o hasta que se obtenga una lectura constante. (Ver inciso 6.1.9).

Se convierte la lectura obtenida del reloj a viscosidad en centipoises usando la Tabla I. A menudo es de interés determinar las características tixotrópicas de la muestra bajo prueba. La viscosidad se mide a diferentes velocidades, y se determina una relación como un índice de tixotropía relativa o el llamado índice tixotrópico, por ejemplo  $(\text{Viscosidad a la velocidad } 2) / (\text{viscosidad a las velocidad } 20) = 80,000 \text{ cp} / 20,000 \text{ cp} = 4$ .

El índice tixotrópico es 4.

Para estudios reológicos más extensos, se recomienda un aditamiento Helipath (ver inciso 6.1.2.).

## 5. EXPRESION DE RESULTADOS.

En el informe se debe incluir lo siguiente:

Viscosidad en centipoises.

Número de "Spindle".

Velocidad de rotación.

Temperatura de la muestra con aproximación a 0.1 °C.

Temperatura ambiente con aproximación a 0.5°C.

Índice tixotrópico (inciso 4).

Tiempo de mezclado (solamente para sistemas de reacción).

Tiempo de acondicionamiento (si es diferente de 4 horas).

## 6. APENDICE

### 6.1 OBSERVACIONES

6.1.1 Para sistemas epóxicos sin cargas pueden obtenerse resultados más precisos, usando un procedimiento cinemático para viscosidades hasta 50 000 cp.

6.1.2 Este método está basado en el uso de un viscosímetro Brookfield. Se puede usar cualquier viscosímetro comparable, siempre que se sigan las limitaciones y procedimientos especificados por el fabricante.

6.1.3 Cualquier viscosímetro puede ser comprobado en su exactitud contra líquidos patrón que cubran el rango normal de operación del instrumento. El lapso de tiempo entre 2 comprobaciones no debe exceder de 6 meses. Un instrumento defectuoso puede ser recalibrado antes de sus uso futuro, preferiblemente por el fabricante del instrumento.

6.1.4 Si la muestra es una mezcla reaccionante, tal como una mezcla de una resina con un endurecedor o un catalizador, los componentes de la resina del endurecedor deben llevarse a la temperatura de la prueba por separado. Cuando ambos componentes alcanzan la temperatura de la prueba, la resina y el endurecedor deben combinarse por suave agitación con un agitador de paleta mezcladora, evitando la introducción de aire. Tres minutos de cuidadoso mezclado es generalmente suficiente para producir una mezcla uniforme. Inmediatamente después de que se termina de mezclar, el "spindle" y el resguardo, se unen al viscosímetro. Las lecturas deben hacerse después del minuto de terminado el mezclado.

Puede obtenerse una mayor precisión en la determinación de la viscosidad de los sistemas reactantes usando tubos Gardner en un baño a temperatura constante.

6.1.5 Pueden usarse períodos de acondicionamiento menores de 4 horas, si la experiencia ha mostrado que los resultados son comparables a aquellos

obtenidos después de 4 horas de acondicionamiento. Si el tiempo de acondicionamiento es menor de 4 horas, esto debe anotarse en el informe.

- 6.1.6 Cuando la mezcla consiste de un líquido y un sólido, por ejemplo una resina con carga, el material sólido debe dispersarse uniformemente a través de la fase líquida.

Si la muestra es una mezcla de fluidos, por ejemplo una mezcla de resina líquida con un endurecedor líquido, los líquidos deben estar entre mezclados, y la mezcla debe estar visiblemente libre de aire ocluido antes de insertar el “spindle” y el resguardo.

- 6.1.7 Ya que la exactitud del viscosímetro es más grande en medio del rango del reloj, puede ser deseable cambiar el ajuste de velocidad, el “spindle” o ambos para obtener una mejor lectura. En general se obtiene mayor exactitud leyendo los valores RVF unicamente en la escala 100 y ajustando el factor Brookfield como corresponde.

- 6.1.8 Se coloca el recipiente en una superficie no conductora. No se tome con la mano, ya que el calor puede transferirse al material que se esta probando afectando con ello la viscosidad. Si la exactitud necesaria es extremada la medición puede hacerse cuando la mezcla está en el recipiente en el baño a temperatura constante. Se aconseja usar una plataforma de ajuste de la altura para el recipiente de la muestra, así como una suspensión de nivel rígida del tipo de anillo u otro equivalente.

- 6.1.9 Si la muestra es una mezcla rectante, por ejemplo una resina y un endurecedor, puede ser impráctico o imposible obtener una lectura constante. En este caso la primera lectura es la que generalmente se anota a menos que se decida efectura un estudio de la reacción, de tiempo contra viscosidad.

## 6.2 NORMAS A CONSULTAR

NMX-R-50-1972 Norma Mexicana “Estructuración de Normas”  
 NMX-K-217-1974 Norma Mexicana “Resinas Epóxicas”

## 6.3 BIBLIOGRAFIA

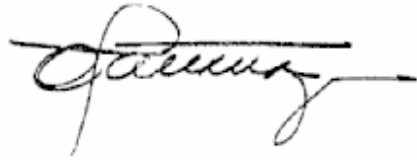
D-2393-68 ASTM “Viscosity of Epoxy Compounds and Related Components”

## 6.4 PARTICIPANTES

Pinturas Pittsburgh de México, S.A.  
 Dupont, S.A.  
 Productora Química de Jalisco, S.A.  
 U.S.M. Mexicana, S.A. de C.V.  
 Giba Geigy Mexicana, S.A. de C.V.

México D.F. a Octubre 15 de 1974

EL C. DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Cesar Larrañaga Elizondo', with a horizontal line drawn through the middle of the signature.

ING. CESAR LARRAÑAGA ELIZONDO

Esta Norma fue publicada el 23 de Octubre de 1974.