

Medida de la viscosidad con viscosímetro de torsión tipo Gallenkamp.

Viscosidad absoluta y viscosidad aparente.

La **viscosidad** (η) es una medida de la resistencia al flujo que presenta un fluido a causa de su fricción interna.

Según la **Ley de Newton de la viscosidad**, se puede expresar mediante la ecuación

$$\eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}}$$

en la que τ representa esfuerzo cortante o fuerza de cizalla y $\dot{\gamma}$ el gradiente de velocidades o velocidad de cizalla.

Los fluidos que cumplen esta ley se denominan **fluidos newtonianos** y en ellos la viscosidad es una característica del material y sólo depende de la temperatura y de la composición o naturaleza del fluido. En estos fluidos la viscosidad a una determinada temperatura se denomina “**viscosidad absoluta**”.

Sin embargo, una gran cantidad de fluidos de naturaleza compleja, como los líquidos de elevado peso molecular, emulsiones, suspensiones, etc. y entre ellos la mayoría de suspensiones empleadas en cerámica, no siguen la ley de Newton, por lo que se conocen como **fluidos no newtonianos**. En estos fluidos el esfuerzo cortante no varía linealmente con el gradiente de velocidades, por lo que no puede hablarse de la viscosidad como una propiedad física del fluido, ya que está condicionada por la agitación a la que está sometido y por su historia previa (tiempo de reposo, períodos de agitación reposo, etc.). El valor medido de su viscosidad depende, por tanto, de las condiciones en las que se ha efectuado la medida y es por ello que recibe el nombre de “**viscosidad aparente**” (η_a).

Viscosímetro de torsión tipo Gallenkamp.

El equipo (figura 1) es en esencia un péndulo de torsión. Un cilindro de dimensiones determinadas está suspendido de un hilo de fosforobronce de unos 30 cm de longitud y de características determinadas. El extremo superior del hilo está fijado a un tornillo y en el extremo inferior, inmediatamente encima del cilindro, hay una placa con un puntero que al girar recorre una escala graduada en grados sexagesimales, que puede fijarse a cero. (Figura 2).

Se aplica una torsión de 360° a la placa en el sentido de las agujas del reloj y se fija con el puntero, al soltarlo la placa tiende a girar dando una vuelta completa de recuperación y en la segunda vuelta se pararía a 360° si no hubiese ningún tipo de rozamiento. Sin embargo, cuando el cilindro de medida está sumergido en un líquido viscoso, el movimiento de giro está amortiguado por el rozamiento con el cilindro y la vuelta de inercia no se completa, siendo la diferencia entre 360° y el valor alcanzado proporcional a la viscosidad de la muestra.

El valor de la viscosidad con este aparato se da en °Gallenkamp y para relacionar este valor de la viscosidad con centipoises se pueden utilizar gráficos con diferentes curvas, según el cilindro y el hilo de torsión utilizado en cuya ordenada se muestran °G y en abscisas centipoises.



Figura 1. Viscosímetro Gallenkamp.
Fotografía: Ana Monferrer.



Figura 2.
Escala graduada del viscosímetro Gallenkamp.
Fotografía: Ana Monferrer.

Procedimiento de medida de la viscosidad aparente con un viscosímetro Gallenkamp.

Podemos considerar dos etapas en la medida de la viscosidad aparente mediante viscosímetro Gallenkamp:

a) Preparación del viscosímetro.

- Se nivela el equipo actuando sobre los tornillos de nivel situados en el soporte (figura 3) y se coloca el husillo que se vaya a usar (figura 4). Estos aparatos vienen equipados con tres husillos cilíndricos (figura 5) de 41,32 mm (grande), 17,45 mm (mediano) y 6,30 mm (pequeño), para viscosidades bajas, medias o elevadas respectivamente.



Figura 3. Nivelación del viscosímetro Gallenkamp
Fotografía: Ana Monferrer.



Figura 4. Colocación del husillo.
Fotografía: Ana Monferrer.

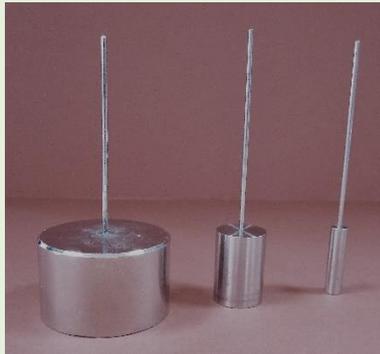


Figura 5. Husillos para viscosímetro Gallenkamp
Fotografía: Ana Monferrer.

- Se aplica una torsión de 360° al hilo en el sentido de las agujas del reloj y se inmoviliza con la clavija (figura 6). En este movimiento, el husillo gira libre en el aire.
- A continuación se libera la plataforma graduada que debe girar una vuelta completa de recuperación más un giro de inercia superior a 350° . Si no fuera así debe repasarse el nivelado y comprobar que la plataforma no roce con alguna parte del viscosímetro.



Figura 6. Bloqueo de la plataforma graduada.
Fotografía: Ana Monferrer.

b) Realización de la medida.

- Una vez preparado el viscosímetro para la realización de la medida, se agita la barbotina durante 10 minutos a 250 rpm. (recuerda que es importante mantener estas condiciones en todos los ensayos) y después se llena el recipiente del viscosímetro hasta al menos un centímetro del borde superior (figura 7).



Figura 7. Llenado del recipiente de medida.
Fotografía: Ana Monferrer.

- Se introduce el husillo en el recipiente y comprueba que el husillo esté centrado en el recipiente y cubierto por una capa de barbotina de al menos 1 cm.
- Se da un giro a la plataforma graduada que está suspendida del hilo de torsión 360° en el sentido de las agujas del reloj y se inmoviliza con la clavija durante 1 minuto y a continuación se libera la plataforma que dará una primera vuelta de recuperación y parte de una segunda. El punto donde invierta el sentido de giro (figura 8) será la medida de la viscosidad en ° Gallenkamp que posteriormente se puede convertir en centipoises (cp) con la ayuda de una gráfica de conversión de unidades adecuada según el grosor del hilo y el cilindro utilizado (figura 9).

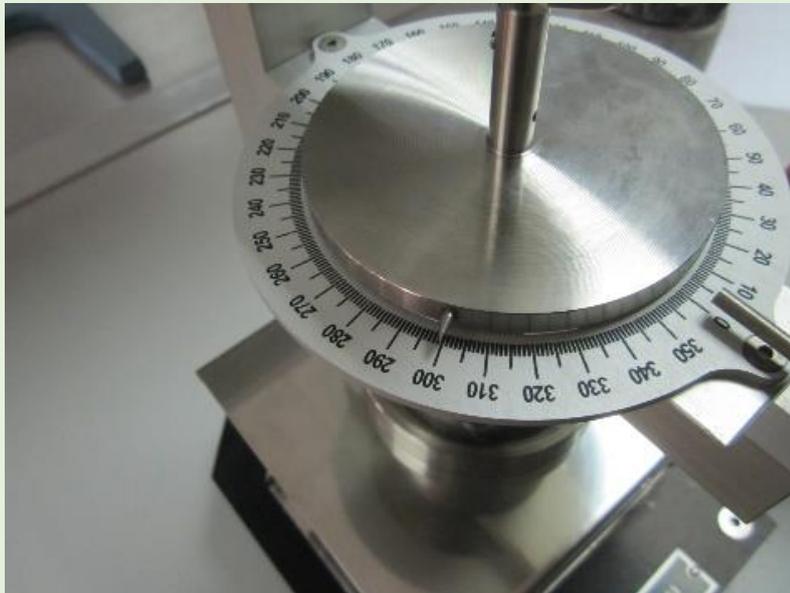


Figura 8. Punto de inversión del giro: medida de la viscosidad en grados Gallenkamp.
Fotografía: Ana Monferrer.

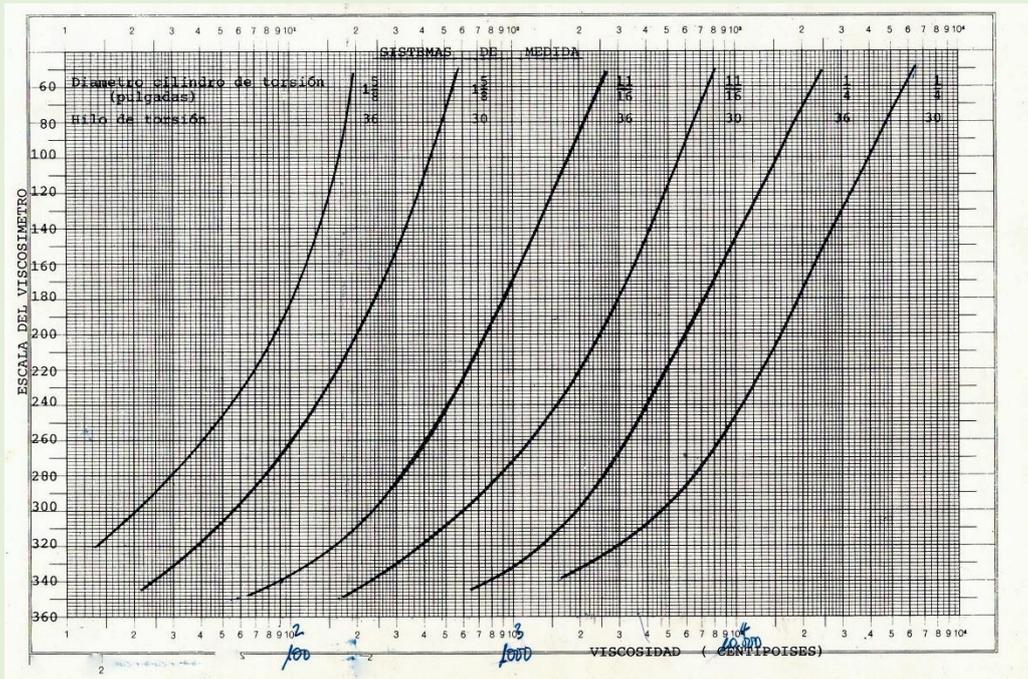


Figura 9. Gráfica de conversión de grados Gallenkamp (escala del viscosímetro) en centipoises, en función del diámetro del husillo y del tipo de hilo empleado.

Imagen: Enrique Navarro, J. E. et al. "Tablas cerámicas". Instituto de Química Técnica. Universidad de Valencia (1984).