

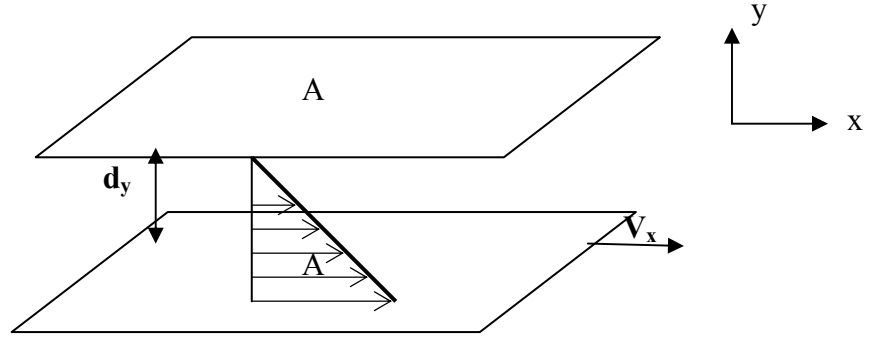
DENEY NO :3

DENEY ADI : VİSKOZİTE ÖLÇÜMÜ

DENEYİN AMACI:

Vizkozimetre kullanarak sıcaklığa bağlı olarak sıvıların viskozitesinin değişimini gözlemlemek, kullanılan sıvıların Newtonian mı yoksa Non-newtonian mı olduğunu belirlemek ve karışımların vizkozitesini ölçmektir.

KURAMSAL TEMELLER



Şekil 1. İki plaka arasındaki akışkanın hız profili

Şekil 1’de gösterildiği gibi iki plaka arasında bir akışkan akmaktadır. Üstteki plaka sabit tutulurken, alttaki plaka $t=0$ anında x -yönünde sabit V hızında çekilmektedir. İlk anlarda, alttaki plakanın x -yönündeki momentumunun bir kısmı plakanın hemen üstündeki akışkan tabakasına y -yönünde aktarılacaktır. Bu akışkan tabakası da x -yönünde harekete başlayacaktır ve sahip olduğu momentumun bir kısmını y -yönünde daha üstteki akışkan katmanına aktaracaktır. Dolayısıyla, akışkan içerisinde hız profili zamanla değişecektir. Momentum aktarımı üst plakaya ulaştığında, hız profili iki plaka arasında tam gelişecek ve zamandan bağımsız olarak artık sabit kalacaktır. Bu noktada alttaki plakanın sabit V hızı ile hareketini devam ettirebilmek için alt plakaya uygulanması gereken kuvvet F ile gösterilir. Plakanın birim alanına uygulanan bu kuvvet akışkanın hız profiline doğru orantılıdır.

$$\frac{F}{A} \propto \text{hız profili eğimi},$$

kararlı halde hız profili lineer ise,

$$\frac{F}{A} \propto \frac{0-V}{Y-0} \Rightarrow \frac{F}{A} \propto -\frac{V}{Y}$$

veya bir orantı katsayısı kullanarak;

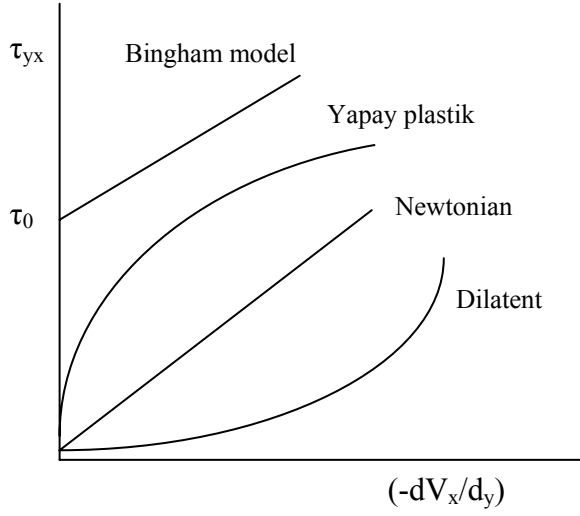
$$\frac{F}{A} = -\mu \frac{V}{Y} \quad (1)$$

olarak yazılabilir.

Burada orantı katsayısı μ akışkanın dinamik viskozitesi olarak adlandırılır. Belirli bir y konumundaki akışkan yüzeyine x -yönünde uygulanan kayma gerilimi τ_{yx} ile gösterilirse, denklem (1) şu şekilde de yazılabilir;

$$\tau_{yx} = -\mu \frac{dV_x}{dy} \quad (2)$$

Denklem (2) Newton'un vizkosite yasası olarak bilinir. Bu ifadeye uygun davranan akışkanlar da Newtonian akışkanlar olarak adlandırılır. Denklem (2) ile verilen Newton yasasına göre kayma gerilimi τ_{yx} ile kayma hızı $(-dV_x/dy)$ arasında lineer bir ilişki vardır. Buna göre kayma gerilimi τ_{yx} , kayma hızına $(-dV_x/dy)$ karşı grafiğe geçirildiğinde orijinden geçen ve eğimi viskoziteye (μ) eşit olan bir doğru elde edilir (Şekil 2). Ancak Non-Newtonian akışkanlar bu yasaya uymazlar ve Şekil 2 'de gösterildiği gibi bir davranış gösterirler.



Şekil 2. Newton yasasına uyan ve uymayan akışkanların davranışı

Viskozite, akışkanın akmaya karşı direncinin bir ölçüsü olarak tanımlanabilir. SI birim sisteminde viskozitenin birimi pascal-saniyedir (Pa.s). Pa.s birimi; $\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$ veya N s m^{-2} ile eşdeğerdir. CGS birim sistemindeki viskozite birimi poise ($\text{g cm}^{-1} \text{s}^{-1}$)dir. $1 \text{ poise}=0,1 \text{ Pa.s}$ veya $1\text{cP}=1\text{mPa s}$ dır.

Sıvıların viskoziteleri basınçtan pek etkilenmemesine rağmen, genellikle sıcaklığın kuvvetli bir fonksiyonudur. Bir çok sıvı için, viskozitenin sıcaklığa bağımlılığı

$$\mu = Ae^{B/T} \quad (3)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada A ve B sıvıya özgü sabitlerdir ve T Kelvin cinsinden ifade edilen mutlak sıcaklıktır. Denklem (3) ile hesaplanan viskozitenin birimi cp'dur.

Sıvıların akış hızlarını belirlemek amacıyla birkaç farklı deneysel yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler aşağıda sıralanmıştır:

1. Düşen küre yöntemi
2. Kapiler akış yöntemi
3. Döner silindir yöntemi

DENEY DÜZENEĞİ ve YÖNTEMİ



Şekil 3. Viskozi metre Cihazı

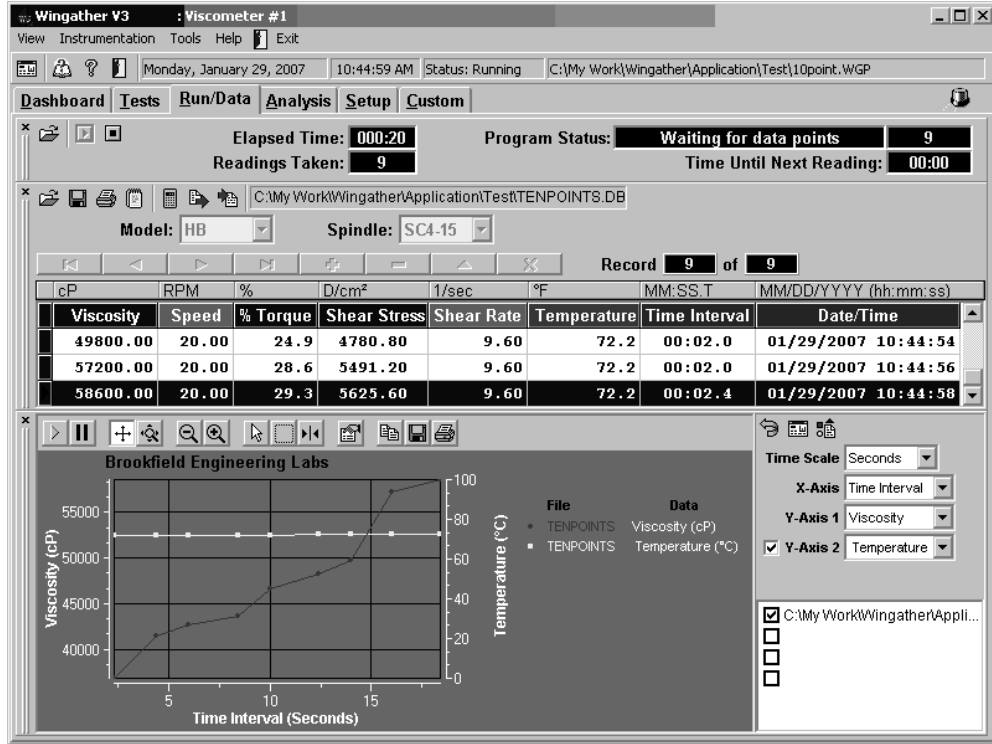
Deneyin yapılışı aşağıda anlatılmıştır:

- Su banyosu istenilen sıcaklığa getirilerek sabitlenmesi beklenir.
- Viskozi metre cihazına uygun mil (spindle) takılarak; cihaz üzerinde takılan mil numarası ve milin dönme hızı girilir.
- Ölçüm yapılırken ekrandan okunan tork değerinin %10-100 arasında bir değer göstermesi gerekmektedir. % 10'un altındaki tork değerlerinde ölçülen viskozite değerleri doğru olmayabilir. Bu durumda takılan mil veya milin dönme hızı değiştirilmelidir.
- Su, gliserol ve su-gliserol karışımının (1/1 v/v) 50 –70 ° C sıcaklık aralığında viskozite ölçümleri yapılır.

HESAPLAMALAR

Deney verileri şekil 4’de de görüldüğü gibi Wingather programından elde edilecektir. Bu programdan akışkana ait ölçümü yapılan viskozite, kayma hızı, kayma gerilimi değerleri okunabilmektedir. Bu değerler kullanılarak

- Sıcaklık ile vizkosite değişimi,
- Konsantrasyon ile vizkosite değişimi,
- Her madde için kayma hızı- kayma gerilimi değerleri tablo içerisinde verilerek, grafikleri çizilecektir.
- Her madde için A ve B katsayıları bulunacaktır.
- Viskozite ve A,B değerleri literatürden bulunan değerler ile karşılaştırılacaktır.



Şekil 4. Wingather program çıktısı

TARTIŞMA

- Farklı sıcaklık değerlerinde elde edilen viskozite değerlerini karşılaştırınız. Denklem (3)'de belirtilen A ve B katsayılarını bulunuz.
- Farklı konsantrasyonlardaki su-gliserol çözeltilerinin viskozite değerlerini karşılaştırınız.
- Saf su ve gliserolün kayma hızı ve kayma gerilimi değerlerini kullanarak Newtonian akışkan olup olmadıklarına karar veriniz.
- Viskoziteyi etkileyen diğer etkenler nelerdir? Tartışınız.

SORULAR

1. Reoloji nedir? Reolojik ölçümler neden yapılır?
2. Non-newtonian akışkanların davranışlarını açıklayınız.
3. Viskozite ölçüm yöntemlerini açıklayınız.
4. Gazların viskozitesi sıcaklık ve basınçla nasıl değişir.
5. Kinematik ve dinamik viskozite nedir?

KAYNAKLAR

BIRD R. B., STEWART W. E., LIGHTFOOT E. N., *Transport Phenomena*, John Wiley and Sons, USA (1960).

GEANKOPLİS C. J., *Transport Processes and Unit Operations*, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey (1993).

MCCABE W. L. , SMITH J. C., HARRIOTT P., *Unit Operations of Chemical Engineering*, Mc Graw Hill Book Co., Singapore (1993).

UYSAL B. Z., *Akışkanlar Mekaniği*, Alp Yayıncılık, Ankara (2006).