

액체 점도 측정

점도는 유체 (기체 또는 액체)가 흐를 때 발생하는 내부적인 마찰이나 저항을 의미한다. 고체 표면을 따라서 평형하게 흐르는 유체는 중심부에서 속도가 가장 빠르고, 표면 부근에서 가장 느린데, 이는 고체 표면과 유체의 마찰 때문이다. 표면과의 마찰 때문에 유체 근접한 층 (layer)들이 좀더 느리게 운동하게 된다. 점도는 유체의 매우 중요한 물성 중의 하나이다.

오일과 유기 화합물 액체를 다룰 때 점도는 매우 중요한데, 공업적으로 무거운 오일과 액체들은 작은 밀도를 가지면서도 점도는 매우 높기 때문이다.

밀도의 단위는 poise (cgs 단위계) 인데, 이는 1 g/cm s 와 동일하다. 일반적으로는 cP (centi poise)가 많이 쓰인다.

사용할 수 있는 점도 측정 방법들이 점도 범위 및 액체의 특성에 따라 매우 여러가지 방법이 있으므로 여기서는 간단히 특징과 원리 만을 알아보도록 한다.

1. Small-Bore-Tube Method

이 장치는 그림.1과 같이 온도계와 유사한 구멍이 작은 튜브를 통하여 유체를 흘려서 유체의 양을 graduated cylinder로 재고, 흐르는데 걸린 시간을 스톱 와치로 측정하는 방법이다. 일정한 수두(hydrostatic pressure)를 유지하기 위하여 일정한 양의 feed를 공급하고 양이 넘칠 경우 overflow 되도록 한다. 흘러내린 유체의 양은 graduated cylinder로 그 양을 재고, 경과된 시간은 stop watch로 측정한다.

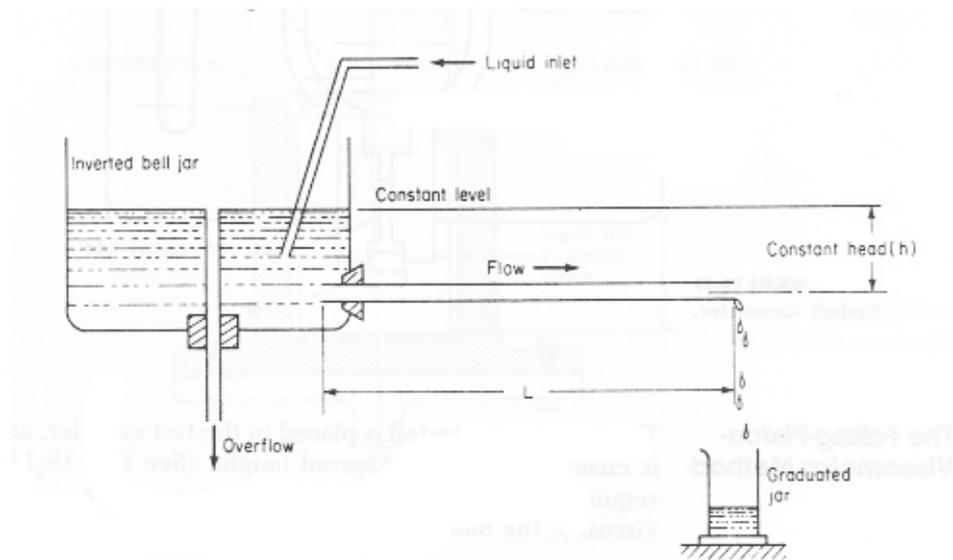


그림.1 Small-bore-tube Viscometer

2. Saybolt Viscometer

그림.2 에 나타난 Saybol 점도계는 60 ml의 용량을 가진 액체 저장소가 장착되어 있고, 이는 특정한 길이와 지름을 가진 모세관이 연결되어 있다. 액체는 모세관을 통과하여 배출되고, 배출에 필요한 시간을 초 단위로 측정한다. 만일, 온도가 매우 중요한 요소일 경우, 점도계를 항온조에 위치시켜서 실험 한다.

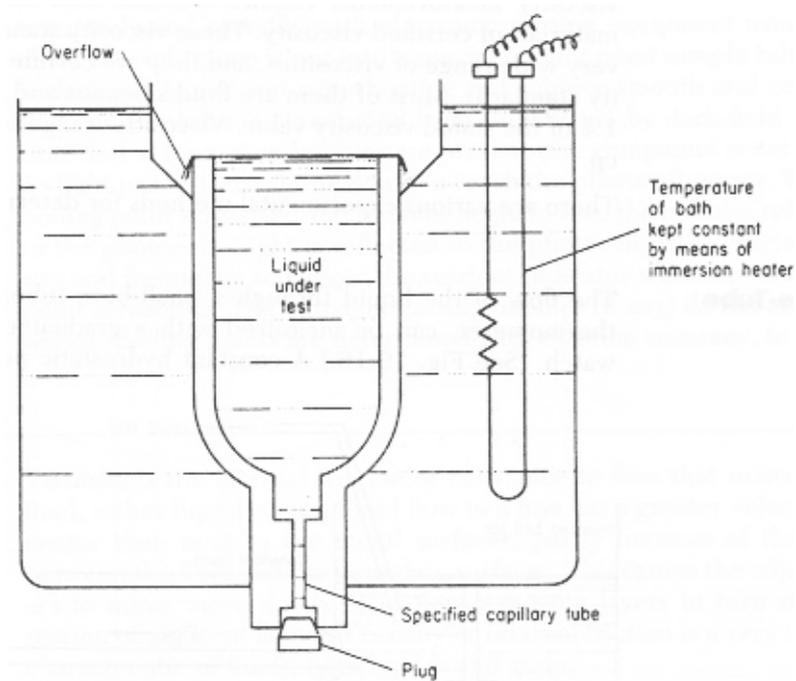


그림.2 Saybolt Viscometer

3. Falling-Piston Viscometer

시료 액체를 test cylinder에 채우고 주어진 크기와 높이를 가진 falling piston을 위로 올려놓는다. (그림.3) 이 피스톤이 낙하하는데 걸리는 시간이 점도의 척도가 된다. 점도가 높을수록 더 많은 시간이 소요된다.

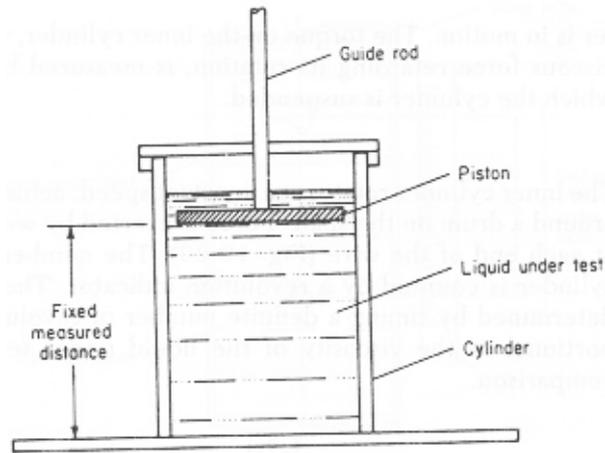


그림.3 Falling-Piston Viscometer

4. Rotating Concentric-Cylinder Viscometer

약간의 틈이 존재하는 두개의 중심이 일치된 cylinder 가 시료 액체에 잠긴 상태에서 한쪽 cylinder가 회전하는 구조의 점도계 이다. (그림.4) 한쪽 cylinder만이 회전하기 때문에 점성력에 의하여 다른 쪽 cylinder의 회전은 약간 지연되게 된다. 안쪽 cylinder의 회전은 torsion wire에 의하여 측정되는데, 바로 이 회전력이 점도의 척도가 된다.

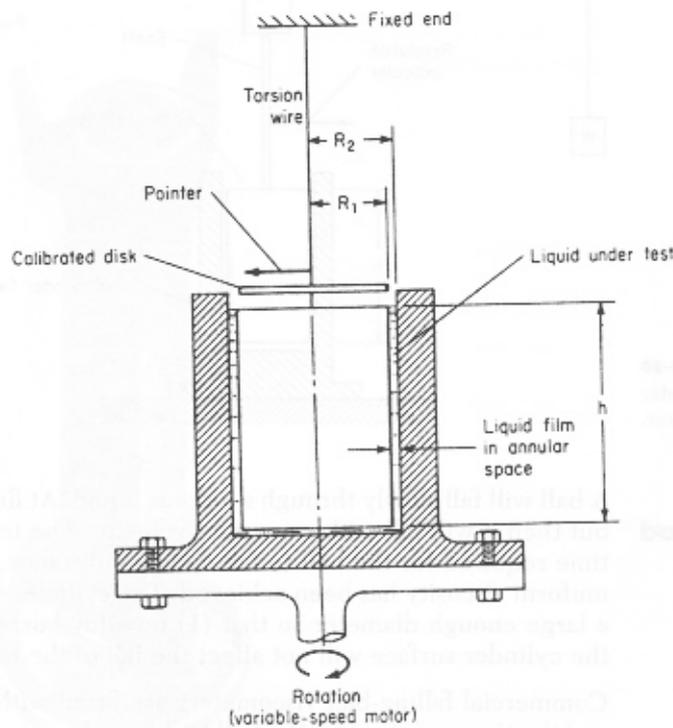


그림.4 Rotating-concentric-cylinder viscometer

5. Fixed-Outer Cylinder Viscometer

Rotating-concentric cylinder viscometer와 유사한 구조로서 안쪽 cylinder가 축상의 드럼 주위를 감싼 선에 의하여 일정한 속도로 회전된다. 각 선의 양쪽 끝에 매달린 두개의 다른 질량을 가진 물체에 의하여 힘이 전달된다. cylinder의 회전속도는 revolution indicator에 의하여 측정된다. 액체의 점도는 일정한 수의 회전에 도달하는데 까지 걸린 시간으로 측정된다. 이 시간이 점도와 비례하게 된다.

6. Falling-Ball Viscometer

그림.6과 같이 한 개의 구가 점성유체 내에서 천천히 떨어진다. 처음에는 이 구가 점점 가속이 되지만 곧 일정한 속도에 도달한다. 일정한 속도에 도달한 후 일정한 거리를 통과하는데 걸리는 시간을 측정하여 이를 점도의 척도로 활용한다. 이 cylinder는 충분히 직경이 커서 와류 (eddy)가 생성되지 않고 cylinder 표면에 의한 영향이 거의 없어야 한다.

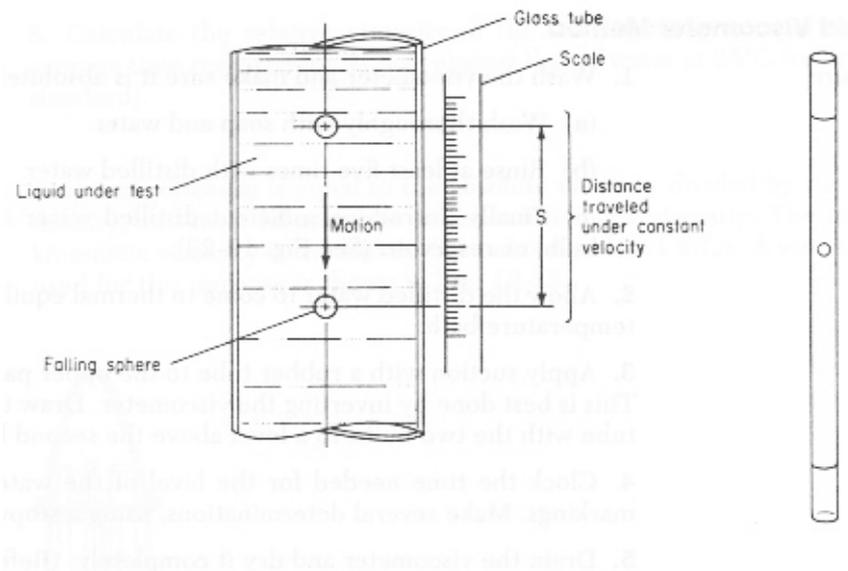


그림.5 Falling-ball Viscometer

7. Ostwald Viscometer

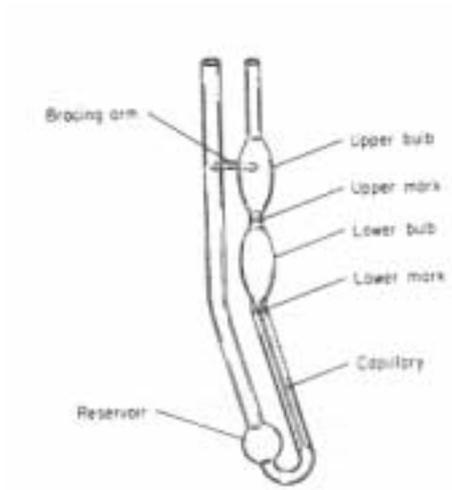


그림 6. Ostwald Viscometer

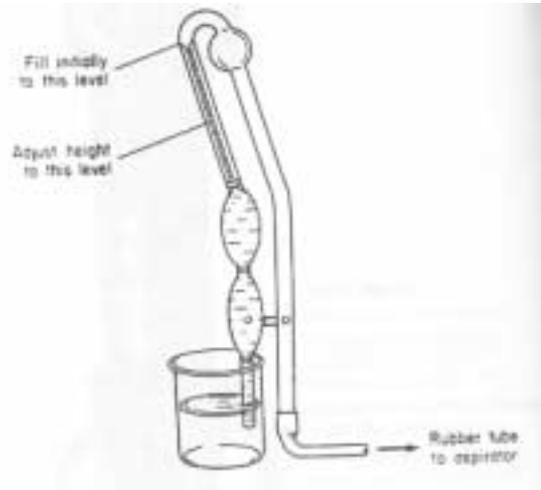


그림.7 Viscometer를 채우는 방법

Ostwald Viscometer는 그림.7 과 그림.8에 나타내었다. 다음과 같은 절차를 이용하여 액체의 점도를 측정한다.

- (1) 점도계를 깨끗하게 세척하여 완전히 청결한가 확인한다.
 - 비누와 물을 이용하여 깨끗하게 세척한다.
 - 적어도 5회 이상 증류수로 헹구어 낸다.
 - 최종적으로 충분한양의 증류수를 둥근 구 (reservoir) 안으로 끌어 넣는다.
 (그림.8) 참조
- (2) 증류수를 항온조에서 열적인 평형이 되도록 한다.
- (3) 점도계의 윗쪽에 고무 튜브를 연결하고 suction,을 연결한다. 두개의 bulb가 있는 쪽으로 액체를 빨아 들인다.
- (4) 마크가 되어있는 지점을 통과하는데 걸린 시간을 측정한다. Stop Watch를 이용하여 수 차례 반복한다.
- (5) 점도계의 액체를 배출 시키고 완전히 건조시킨다.
- (6) Pipet을 이용하여 시료액체를 reservoir 쪽으로 끌어들인다.
- (7) 항온조에서 열적 평형에 도달하도록 한다.
- (8) 시료가 마크되어 있는 지점을 통과하는데 걸린 시간을 수 차례 측정한다.
- (9) 주어진 온도에서 물의 점도와 비교하여 상대 점도를 구한다.

* 참고 문헌

- G.J.Shugar, J.T.Ballinger, "Chemical Technicians' Ready Reference Handbook",
3rd ed., McGraw-Hill, New York (1990)