

Вязкость (внутреннее трение) — одно из явлений переноса, свойство текучих тел (жидкостей и газов) оказывать сопротивление перемещению одной их части относительно другой. В результате работа, затрачиваемая на это перемещение, рассеивается в виде тепла.

Сила вязкого трения пропорциональна скорости относительного движения тел, пропорциональна площади и обратно пропорциональна расстоянию между плоскостями. Коэффициент пропорциональности, зависящий от сорта жидкости или газа, называют коэффициентом динамической вязкости. Самое важное в характере сил вязкого трения то, что тела придут в движение при наличии сколь угодно малой силы, то есть не существует трения покоя. Это отличает вязкое трение от сухого.

Коэффициент вязкости жидкости - это единица, связанная с ее способностью выдерживать поперечную силу. Веществам с высоким коэффициентом вязкости требуется большая поперечная сила для сдвигания жидкостей, чем веществам с меньшим коэффициентом вязкости. Вязкость не является постоянным, фиксированным свойством жидкости. Эта характеристика, изменяющаяся в зависимости от плотности жидкости и температуры. Динамическая вязкость жидкостей уменьшается с увеличением температуры, и растёт с увеличением давления.

Одним из существующих методов определения коэффициента динамической вязкости является метод Стокса. Суть метода заключается в следующем. Если в сосуд с жидкостью бросить шарик плотностью большей, чем плотность жидкости ($\rho > \rho_{жс}$), то он будет падать (рис. 2). На движущийся в жидкости шарик действует сила внутреннего трения (сила сопротивления) F_{cm} , тормозящая его движение и направленная вверх. Если считать, что стенки сосуда находятся на значительном расстоянии от движущегося шарика, то величину силы внутреннего трения можно определить по закону Стокса(1):

$F_{cm} = 6\pi r\eta v$ - сила сопротивления жидкости или сила трения, также называемая силой Стокса, полученная экспериментальным путём, где r - радиус шара, η - динамическая вязкость жидкости, v - скорость шара.

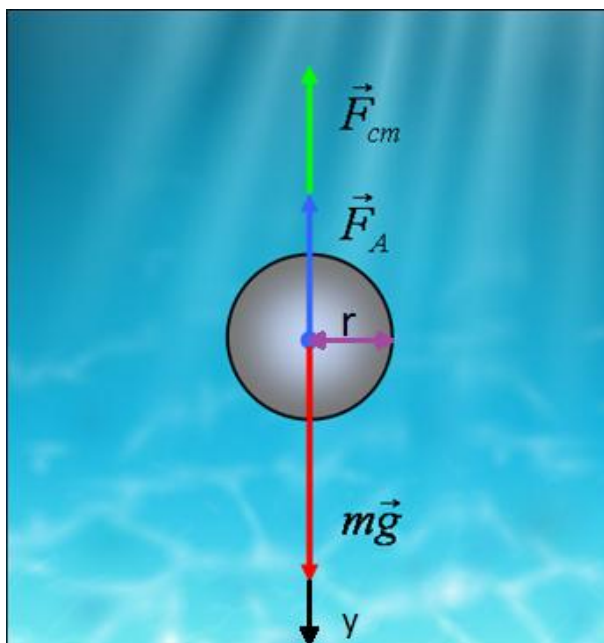


Рис. 2.

Кроме того, на падающий шарик действует сила тяжести, направленная вниз $m\vec{g}$ и выталкивающая сила \vec{F}_A , направленная вверх. Запишем уравнение движения шарика в проекциях на направление движения:

$$m \frac{dv}{dt} = mg - F_{cm} - F_A \quad (2)$$

Решение уравнения (2) описывает характер движения шарика на всех участках падения. В начале движения скорость шарика v мала и силой F_c можно пренебречь, т.е. на начальном этапе шарик движется с ускорением

$$a_0 = \left(\frac{mg - F_A}{m} \right) \quad (3)$$

По мере увеличения скорости возрастает сила сопротивления и ускорение уменьшается. При большом времени движения сила сопротивления уравнивается равнодействующей сил $m\vec{g}$ и \vec{F}_A , и шарик будет двигаться равномерно с установившейся скоростью. Уравнение движения (2) в этом случае примет вид

$$mg - F_A - F_{cm} = 0 \quad (4)$$

Сила тяжести равна

$$mg = \rho g V = \frac{4}{3} \pi \rho r^3 \quad (5)$$

где ρ – плотность вещества шарика.

Выталкивающая сила определяется по закону Архимеда:

$$F_A = m_{ж} g = \rho_{ж} g V = \frac{4}{3} \pi \rho_{ж} r^3 \quad (6)$$

Подставив (5), (6) и (1) в уравнение (4), получим

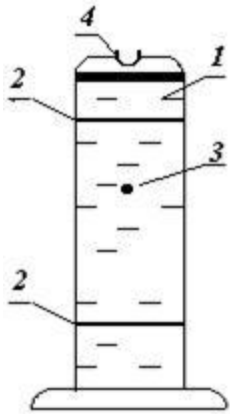


Рис. 3

$$\frac{4}{3} \pi g r^3 (\rho - \rho_{ж}) - 6\pi\eta r v = 0 \quad (7)$$

Отсюда находим

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{(\rho - \rho_{ж})}{v} r^2 g \quad (8)$$

Установка представляет собой широкий стеклянный цилиндрический сосуд I , наполненный исследуемой жидкостью (рис. 3). На сосуд надеты два резиновых кольца 2 , расположенных друг от друга на расстоянии l (40 см). Если время движения шарика 3 между кольцами t , то скорость шарика при равномерном движении

$$v = \frac{l}{t}$$

и формула (8) для определения коэффициента динамической вязкости запишется:

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{(\rho - \rho_{ж})}{l} r^2 g t \quad (9)$$

При этом верхнее кольцо должно располагаться ниже уровня жидкости в сосуде, т.к. только на некоторой глубине силы, действующие на шарик, уравниваются друг друга, шарик движется равномерно и формула (9) становится справедливой.