

ВЯЗКОСТЬ. ЛАМИНАРНЫЙ И ТУРБУЛЕНТНЫЙ РЕЖИМЫ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Студенты гр. 113918 Балбатун С.Ю., Сарнацкий А.А.,
доктор физ.-мат. наук, профессор Д.С. Доманевский
Белорусский национальный технический университет

При направленном движении (течении) жидкой или газообразной среды, вызванной перепадом давлений или других сил, всегда проявляется свойство вязкости, заключающееся в возникновении сопротивления перемещению одной части среды относительно другой.

Ньютон впервые предположил, что соответствующая элементарная сила вязкости или внутреннего трения dF_v между слоями жидкости прямо пропорциональна площади соприкосновения слоев dS и градиенту скорости $\frac{dv}{dy}$: $dF_v = \eta \frac{dv}{dy} dS$, где η – коэффициент вязкости (вязкость), зависящий от природы и состояния жидкости (газа). Экспериментальные и теоретические исследования показывают, что существуют два режима течения. При небольших скоростях наблюдается ламинарное (слоистое) течение, при котором слои жидкости скользят, не перемешиваясь между собой. Газовые слои толщиной порядка длины свободного пробега молекул перемешиваются вследствие хаотического теплового движения. Наиболее распространенным способом измерения силы вязкости в ламинарном режиме является метод Стокса. Он основан на измерении скорости равномерного погружения ($v_0 = \text{const}$) тел сферической формы радиуса r , достигаемый за счет уменьшения силы вязкости и уравновешивания ей силы тяжести: $F_v = 6\pi\eta v_0 r$.

При более высоких скоростях движения жидкости Q в трубе длиной l и радиуса R в соответствии с формулой Пуазейля: $Q = \frac{\pi R^4}{8\eta l} \Delta P$, изменяя перепад давления ΔP можно реализовать турбулентный (вихревой) режим течения. При критической скорости: $v_c = Q / \pi R^2$ достигается значение числа Рейнольдса: $R = \frac{\rho v R}{\eta} \geq 2000$ соответствующее турбулентному течению. При этом наблюдается быстрая расходимость окрашенной струи жидкости по всему сечению трубы в виде вихревых образований, свидетельствующих о превалирующей роли сил лобового сопротивления: $F \approx \rho S v^2$, испытываемых телом, помещенным в турбулентную жидкость.