

Сухое и жидкое трение



Рис. 1: Демонстрация отсутствия у ньютоновской жидкости такого свойства как трение покоя (начальное напряжение сдвига)

Оборудование:

1. Деревянный брусок.
2. Упругая пластина (металлическая линейка).
3. Кювета с водой.

Основные определения:

Силы, возникающие при движении тел в газе или жидкости и зависящие от скорости их относительного движения, называются силами вязкого (жидкого) трения или силами сопротивления среды. Силы трения всегда направлены в сторону, противоположную скорости относительного движения. Кроме того, они также направлены по касательной к соприкасающимся поверхностям.

При относительном движении двух слоев жидкости (газа) под сдвигом (градиентом) скорости понимают отношение изменения скорости к

поперечному изменению координаты $\Delta v/\Delta x$. Для широкого круга веществ сила вязкого трения f пропорциональна сдвигу скорости и площади слоя $f = \eta S \Delta v/\Delta x$, где η — коэффициент динамической вязкости, S — площадь слоя. Ньютоновская жидкость — такая вязкая жидкость, которая при своем течении подчиняется указанному закону Ньютона для вязкого трения. Свойствами ньютоновской жидкости обладают большинство жидкостей (вода, смазочное масло и др.) и все газы. Течение ньютоновских жидкостей изучается в гидро- аэромеханике.

Жидкости, для которых закон вязкого трения Ньютона не выполняется, называются неньютоновскими. К ним относится ряд суспензий и растворов полимеров. Такие течения изучает реология.

Краткое описание:

На демонстрационном столе располагается плоская ванна с водой. Рядом с ванной находится прямоугольный деревянный брусок с гладкой поверхностью. На брусок при помощи гибкой металлической пластинки оказывается давление так, что один из концов пластинки касается края бруска (рис. 2, а). Опыт показывает, что при небольшой деформации самой линейки тело остается в покое, а если постепенно увеличивать силу давления на брусок, то тело способно придти в движение в сторону приложения силы. Однако деформация линейки в таком случае окажется значительной.

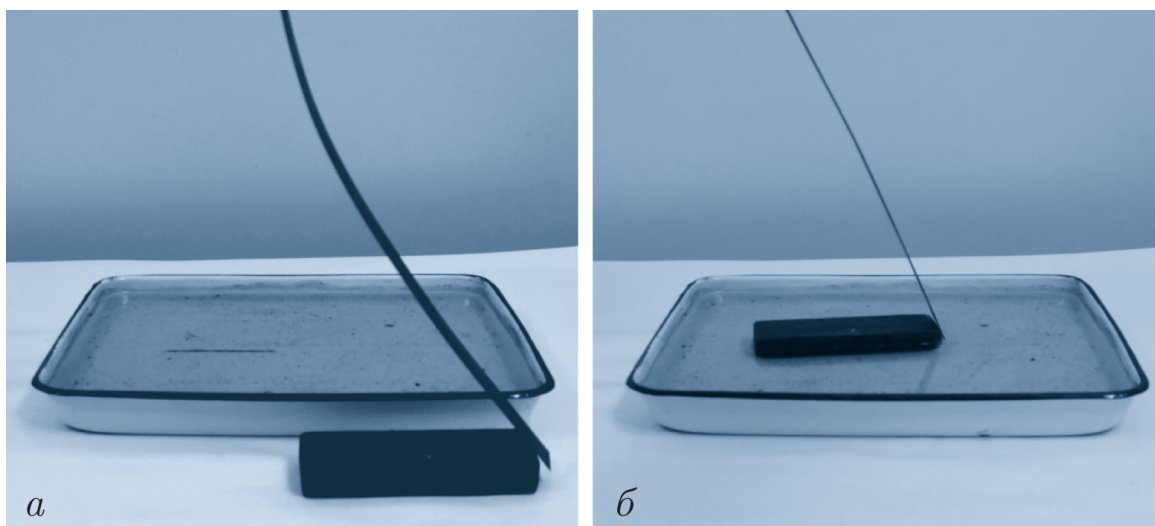


Рис. 2: а — чтобы привести брусок в движение по столу необходимо приложить заметное усилие, которое можно оценить по величине изгиба упругой пластинки; б — при погружении бруска в воду его движение возникает при малом усилии (пластинка не изгибается)

Важно отметить, что сила трения пропорциональна силе реакции опоры. Если поставить на брусок груз, вес которого равен весу бруска, то вес движимого тела возрастет вдвое. При этом для приведения в движение системы с увеличенной массой необходимо приложить большую силу (изгиб линейки при этом увеличится). При этом коэффициент трения бруска о поверхность стола останется постоянным.

Для демонстрации жидкого трения брусок помещается на поверхность воды. В ходе опыта можно заметить, что брусок начинает двигаться по воде под влиянием едва действующей на него линейки. В этом случае коэффициент трения оказывается настолько малым, что линейка, которой действуют на брусок, практически не деформируется (рис.2,б). Кроме того, можно показать, что брусок начнет двигаться по воде даже в том случае, если слегка на него подуть.

Теория:

Опыт позволяет показать, что для перемещения деревянного бруска вдоль свободной поверхности слоя жидкости с постоянной скоростью v необходимо действовать на него с вполне определенной силой F . При этом в случае равномерного перемещения действие внешней силы F уравнивается равной ей по величине противоположно направленной силой трения f .

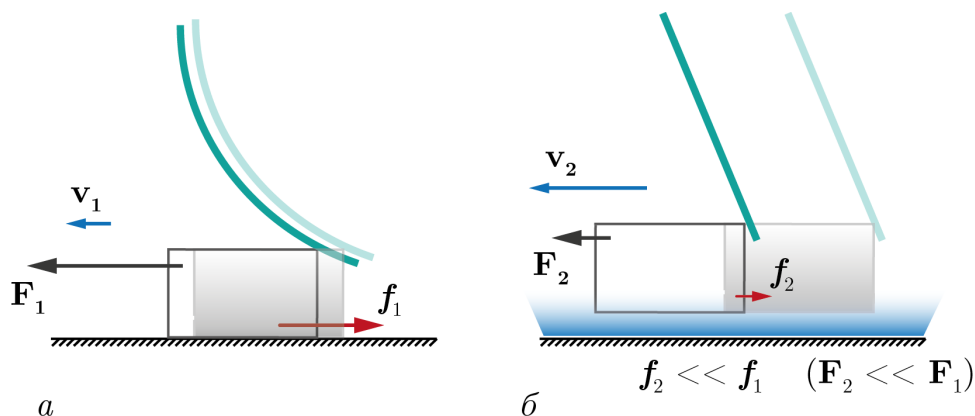


Рис. 3: *а* — схематичное изображение тела на горизонтальной поверхности и действующие на него силы; *б* — распределение сил, действующих на груз на поверхности жидкости

Самое важное в характере сил вязкого трения то, что брусок начинает движение под действием очень малой силы ($F_2 \ll F_1$). Таким образом, можно утверждать, что для жидкости не существует трения покоя. Это отличает вязкое трение от сухого.