

Есть старый вопрос: почему раскрученные одним и тем же движением руки сырое яйцо, и яйцо, сваренное вкрутую, вращаются по-разному, а именно, - крутое яйцо крутится на столе много дольше, чем яйцо сырое. Этот факт подаётся как загадочный. Обычно предлагается такая версия: хотя масса и форма, представленных в эксперименте яиц одинаковы, вязкость содержимого сырого яйца тормозит вращение, а в варёном яйце проблемы вязкости нет, и оно крутится долго. Таков поверхностный подход к решению данной задачи. С одной стороны, на подобный подход к вопросу нас ориентирует учебник Р.В. Поля,

<http://technic.itizdat.ru/docs/bmp49/FIL14410809720N806672001/>

§ 95. Вращения жидкостей и их измерение. Свободное от вращения вихревое поле. Мы уже дважды говорили о вращении жидкости; в пограничном слое жидкость должна *вращаться* (стр. 204); в полях течений §§ 91, 92 она движется по *искривленным* путям без вращения. И то и другое правильно, но не хватает очень существенного пункта, а именно определения понятия «вращение жидкости».

В твердом теле все его части прочно связаны между собой. Отсюда вытекают три следствия: во-первых, форма любой выделенной части тела остается *неизменной* во время движения; во-вторых, все точки внутри выделенной части имеют *одинаковую* угловую скорость ω ; в-третьих, вращение каждой части однозначно определяется *общей* для всех частей угловой скоростью ω .

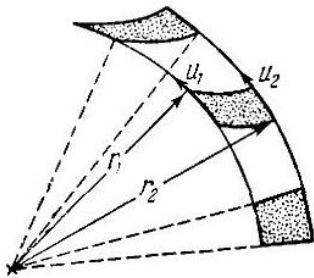


Рис. 276. Деформация не-

Наоборот, в жидкостях все частички свободно перемещаются относительно друг друга. Это приводит к совершенно иным последствиям, чем у твердых тел. Во-первых, ограниченные (например окрашенные) части жидкости *изменяют* во время движения свою форму¹⁾; рис. 276 дает пример, который позднее окажется важным. Во-вторых, точки

которой области жидкости при плоском круговом течении в частном случае $u_1 r_1 = u_2 r_2$.

внутри выделенной области могут обладать *различными* угловыми скоростями. Отсюда, в-третьих, вращение каждой части *не* определяется, как у твердых тел, общей угловой

скоростью. Вместо нее следует ввести *новую* меру для вращения выделенной части жидкости; требуется охватить различные угловые скорости внутри части жидкости полноценным средством описания. Созданная для жидкостей мера вращения называется «*ротором скорости u* » или, короче, «*rot u* ». Ее можно ввести экспериментально *динамическим* путем и вывести *безупречно кинематически*.

Экспериментальное определение ротора просто: вводят в жидкость *поплавок* со стрелочной меткой, причем его размер *мал* по сравнению с радиусом кривизны его пути. Во время движения стрелка поплавок *изменяет* свое направление с угловой скоростью $\omega_{\text{попл}}$. Тогда определяется:

$$2\omega_{\text{попл}} = \text{rot } u.$$

(196)

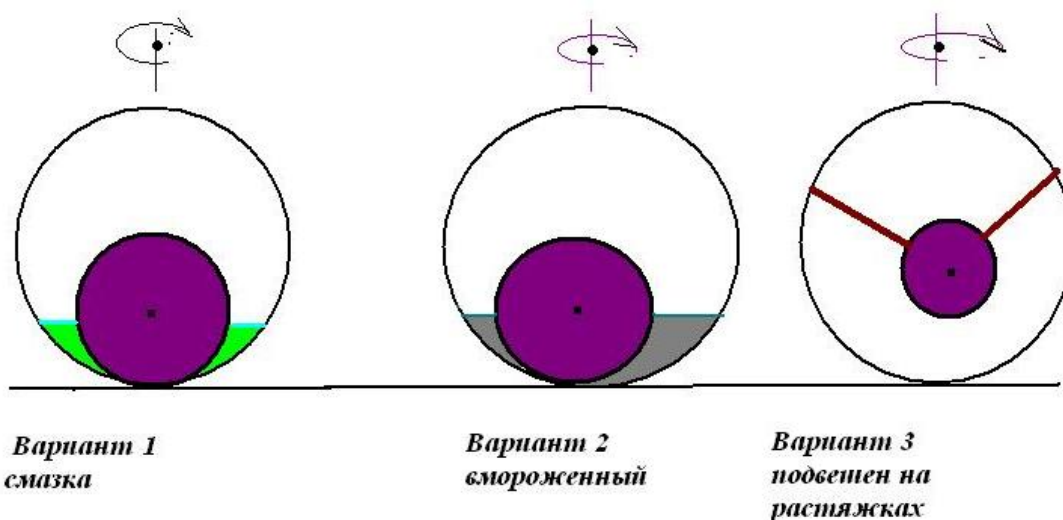
То есть, применимость (расчёт) момента импульса – как меры накопленного вращения - применительно к жидкостям имеет особенности. Но учебник Поля, хотя это и лучший учебник физики всех времён и народов, всего лишь учебник. А инженер должен руководствоваться, прежде всего, головой, нормативной и справочной документацией, результатами тщательных испытаний, проведёнными по продуманной методике, и только потом - учебником, и никак наоборот.

Для начала разобьём несколько сырых яиц в плоску, и покрутим палочкой содержимое. Видим, содержимое яйца представляет собой похожую на клей субстанцию с ярко выраженной упругостью, а не жидкость типа воды, спирта или глицерина, поведение которых при вращении рассматривает Поль Р.В.

Ясно, поворотом пальцев рук (по сути, щелчком) сырому яйцу мы не сможем придать такой угловой скорости, при которой его содержимое станет крутиться как помешиваемый ложкой чай в стакане. Так что же на самом деле происходит?

Нужно быть очень внимательным во время эксперимента, на что большинство любителей физики неспособно. Когда мы придаём вращение яйцу коротким щелчком, то при этом в коротком интервале времени щелчка в сыром яйце успеют придти во вращение (в движение) только скорлупа и близлежащие к ней слои белка, то есть только часть вещества яйца, а у сваренного яйца – всё вещество. Это можно было бы заметить, измерив прилагаемый пальцами момент силы, сырое яйцо раскручивается легче, но получает много меньший момент импульса яйцо варёное, поэтому и тормозится трением о поверхность стола сырое быстрее, чем варёное.

Можно вместо собственно яиц, для демонстрации эффекта сырого яйца, использовать установки, изображённые на рисунке. Здесь в шарообразную оболочку помещается тяжёлый шарик.



В *варианте 1* на дне оболочки присутствует простая жидкость, в которую погружён тяжёлый шарик, она же играет роль смазки. Трение в жидкости не зависит от давления, а трение о твёрдую поверхность пропорционально давлению. Оболочка в этом варианте легко раскручивается, да быстро останавливается.

В *варианте 2* та же жидкость заморожена, шарик приморожен к оболочке, раскрутить эту конструкцию намного труднее, чем предыдущую, но и крутиться она (благодаря большому значению набранного момента импульса) она будет много дольше.

Вариант 3 ближе всего к сырому яйцу. В оболочке тут совсем нет жидкости, а тяжёлый шар подвешен внутри её на упругих растяжках. Крутанув такую конструкцию по часовой стрелке, можем через мгновение наблюдать даже её «откат» - переход во вращение против часовой стрелки. В технике «эффект сырого яйца» давно освоен. Наверно многие встречались с амортизаторами на таких хитрых подвесках.

Но всё сказанное относится к вращению яйца на столе. Вращение его в свободном пространстве будет выглядеть по-иному. Но здесь мне придётся снова отменять «центробежную» силу в условиях установившегося вращения небесного тела, и видеть её проявление ТОЛЬКО в процессе изменения угловой скорости вращения, а моих читателей слышать это просто невыносимо. И их начнёт просто «колбасить». Почему это так? Мои читатели, люди немолодые. А чем старше люди становятся, тем больше теряют мудрость и приобретают, то, что называется – УМ. А этот УМ боится быть осмеянным, выглядеть глупо, слабо или нелепо. Он вытесняет саму возможность и умение быстро и легко избавляться от обиды. УМ предпочитает обиды копить и коллекционировать, буквально упиваться ими, таща эту ношу, как истинное богатство. Он просто тупо требует: оставьте меня в покое вместе с моими убеждениями, не разрушайте их.