

Вихревые кольца академика М.А. Лаврентьева

А сколько загадок таит и такое всем известное явление, как дымовые колечки, которые иногда пускают опытные курильщики! Задумывались ли вы когда-нибудь, почему эти колечки летят так далеко, а вот задуть свечу на таком расстоянии вам вряд ли удастся...

Дымовые кольца известны давно. Это своеобразное и сравнительно легко наблюдаемое гидродинамическое явление привлекало и привлекает внимание многих исследователей. Интерес к нему связан, с одной стороны, с трудностями физического и математического характера, возникающими при попытке создать теорию этого явления, и, с другой стороны, с возможностью его использования для объяснения ряда загадочных явлений в морях, океанах и атмосфере.

В чём сущность этого явления?

Если обычному воздушному шару в резиновой оболочке сообщить скорость 5 – 10 метров в секунду, он пролетит расстояние всего 1 – 2 метра. В то же время хорошо известно, что если с той же скоростью кинуть (например, вытолкнуть поршнем из трубки) такую же массу воздуха без оболочки, она пройдет расстояние в 10 – 15 раз больше.

Классический способ образования вихревых колец состоит в следующем: в верхней крышке коробки с эластичным дном делается отверстие, диаметр которого меньше, чем размеры коробки. К отверстию могут прикрепляться насадки в виде сопел различной формы. Коробка наполняется дымом. Если теперь ударить по эластичному дну, из отверстия вылетает порция дыма. Таким образом, получают вихревые кольца, радиус которых порядка 10 – 20 сантиметров и скорость – около 10 – 15 метров в секунду, в зависимости от диаметра отверстия и силы удара. Я часто воспроизводил опыты и с воздушным шариком, и с дымовыми кольцами, когда читал вступительную лекцию «для учеников» летней физико-математической школы в новосибирском академгородке.



В зал летят дымовые кольца. Справа – М.А. Лаврентьев, их выпускающий.

Вихревые кольца гораздо большего размера (радиусом до 2 метров) и большей скорости (до 100 метров в секунду) можно получить с помощью взрывчатых веществ. В баке или в трубе, закрытой с одного конца, производится подрыв заряда, расположенного у дна. Вихревое кольцо, получаемое при подрыве заряда весом около 1 килограмма в баке радиусом 2 метра, проходит расстояние свыше 500 метров, причём вылетает оно с характерным свистом, похожим на шум реактивного самолета. Мы делали такие опыты,

уединившись для этого на одном из необитаемых островов Обского моря (водохранилища Новосибирской ГЭС). Белое дымовое кольцо быстро взмывало и исчезало в небе. Я думаю, что многие, кто наблюдал его издали, до сих пор пребывают в уверенности, что видели «летающую тарелку»...

Почему же все-таки вихревое кольцо летит далеко, а воздушный шар нет?

Дело в том, что воздух в шаре отгорожен от воздуха, в котором он движется, шар летит как твердое тело, и силы сопротивления быстро тормозят его движение. Совсем иначе обстоит дело с порцией дыма или воздуха, вытолкнутого из отверстия или из бака. Периферийные её слои тормозятся окружающим неподвижным воздухом, а центральная часть этой струи движется быстрее. Тут-то эта движущаяся порция дыма и принимает форму вихревого кольца. У такого кольца сопротивление значительно меньше, примерно так же, как легче катить бревно, чем тащить его волоком.

Интерес к проблеме вихревых колец сильно возрос после появления атомных бомб, при взрыве которых образуется характерное грибовидное облако, структура которого аналогична структуре вихревого кольца. Такое облако с большой скоростью поднимается на высоту свыше десятка километров.

Аналогичное явление наблюдается и при взрыве больших зарядов обычных взрывчатых веществ. Вихревое облако формируется в этих случаях за счёт выталкивающей подъемной силы, которая появляется из-за того, что масса горячего воздуха, образующаяся при взрыве, легче окружающей среды. Выталкивающая сила играет существенную роль и при дальнейшем движении вихревого облака.

Несмотря на большое число работ, посвящённых данной проблеме, многие важные и интересные вопросы, к ней относящиеся, до последнего времени оставались без ответа. Исследования, проведённые в последнее десятилетие как в СССР, так и в США, способствовали сильному сдвигу в этой области. На основе многочисленных опытов создана математическая модель, позволяющая определять закон движения, структуру вихревых колец, количество примеси, которое они могут переносить, и другие характеристики.

Институтом гидродинамики Сибирского отделения недавно предложено новое интересное практическое использование вихревых колец, образованных взрывом, для тушения пожаров на фонтанирующих нефтяных и газовых скважинах. Факел гасится пускаемым по оси фонтана вихревым кольцом, которое отрывает горящую массу от устья скважины. Для тушения горящего нефтяного фонтана, выбрасывающего 6 тысяч тонн в сутки, потребовалось всего 6 килограммов взрывчатки.

По материалам книги Лаврентьева М.А. «Прирастать будет Сибирью», – М.: Молодая гвардия, 1980.