

Андрей Щетников



Почему одни тела плавают в воде, а другие в ней тонут? Все, кто изучал физику в школе, знают правильный ответ: если средняя плотность тела меньше плотности воды, это тело будет плавать на поверхности, а если средняя плотность тела больше плотности воды, то такое тело потонет и пойдёт ко дну.

Плотность тела можно в известных пределах регулировать. У подводной лодки для этого имеются специальные цистерны. Чтобы погрузиться под воду, цистерны заполняют водой. Объём лодки остаётся прежним, а масса увеличивается, значит, увеличивается и плотность. Когда средняя плотность лодки становится больше плотности воды, лодка уходит под воду. Чтобы всплыть обратно на поверхность, цистерны продуваются сжатым воздухом, отчего средняя плотность лодки вновь уменьшается.

Интересно, а можно ли сделать так, чтобы менялась не плотность тела, а плотность воды? Если бы плотность воды стала заметно меньше, некоторые плавающие тела начали бы в ней тонуть, а если бы она, наоборот, заметно увеличилась, некоторые потонувшие тела могли бы всплыть наверх. Наверное, все знают такой опыт: в банке с водой на дне лежит сырое яйцо, в воду насыпают соль и размешивают её, и когда соль растворяется, яйцо всплывает. Всё очень просто: у солёной воды плотность больше, чем у пресной, вот яйцо и всплыло.

Но можно сделать и кое-что поинтереснее, например, пропускать через воду мелкие пузыри из аквариумного аэратора. Средняя плотность воды с пузырями уменьшится по сравнению с водой без пузырей, и если плавающее тело будет в начале опыта лишь незначительно выступать из воды, то при пропускании пузырей оно может потонуть!



Такой опыт вы можете сделать сами, и для него не обязательно использовать компрессор. Возьмите пластиковую бутылку, обрежьте у неё доньшко, а через крышку пропустите длинную гибкую трубку. Воздух в трубку будем вдвухать ртом, а чтобы он превращался в пузыри, поставим на его пути круг из поролона, закрепив его внутри бутылки. Повозившись с этим устройством и сделав подходящую «лодку», вы добьётесь того, что при продувании воздуха лодка будет временно тонуть.

Пузыри уменьшают среднюю плотность воды – а можно ли увеличить её аналогичным образом, ничего не растворяя, но просто засыпая в воду что-нибудь сверху? Мы взяли длинную стеклянную трубку диаметром 2 см, закрыли её снизу резиновой пробкой, установили на штативе и заполнили водой. Из корпуса шариковой ручки сделали герметичную лодку и подгру-

зили её пластилином так, чтобы она только-только начала тонуть в воде. Эту лодку подвесили в толще воды на нитке. И когда мы стали сыпать дробь через воронку в трубку, лодка, к нашему восторгу, всплыла! Видео опытов можно найти на нашем сайте kvantik.com

Когда мы выложили видео с этим опытом на YouTube, в комментариях к нему было высказано множество возражений: люди не верили, что такое возможно, и считали, что лодка поднимается вверх не за счёт изменения плотности воды, а за счёт восходящих потоков, увлекающих её за собой. «Как же так, – говорили они, – ведь если бы свинцовые дробинки висели на ниточках в воде, разве это привело бы к всплытию лодки?» В этом замечании есть некий резон: если в аквариум с водой опустить большую гирю, чтобы она висела на верёвке, не касаясь дна,



Опыт с пузырями



Опыт с дробью

разве это приведёт к тому, что зависший у дна поплавков начнёт всплывать на поверхность? – Очевидно, нет.

Однако здесь есть и подмена одной ситуации на другую: ведь дробинки не висят на ниточках, но опускаются вниз под действием силы тяжести. Впрочем, они и не падают свободно: установившаяся скорость их движения такова, что действующая на каждую дробинку сила тяжести уравнивается силой лобового сопротивления воды. Получается, что вода давит на дробинки, а дробинки своим весом давят на воду. В результате давление воды с глубиной растёт быстрее, чем если бы дробинок не было. Но именно этим и отличается от воды жидкость с большей плотностью: у неё быстрее растёт с глубиной давление, а его перепад и выталкивает погружённые тела вверх.

Можно сделать ещё и такой мысленный опыт. Представим себе, что мы научились делать из свинца мельчайшие «нанодробинки». Если мы размешаем такой порошок в воде, мельчайшие частички свинца будут падать вниз, но очень медленно: получившаяся взвесь будет оседать на дно несколько дней или даже несколько месяцев. Примерно так же устроено молоко – здесь в воде размешаны мельчайшие капельки жира, которые очень медленно поднимаются вверх. Но ведь понятно, что когда мы рассматриваем условия плавания тел в молоке, нам надо сравнивать плотность погружённого в молоко тела со средней плотностью молока, а не с плотностью воды. И со свинцовой взвесью следует поступать аналогичным образом – так же, как если бы в воде была растворена какая-нибудь свинцовая соль, повышающая её плотность.

Конечно, в нашем опыте дробинки падают на дно достаточно быстро. И всё же они опираются на воду – и именно этот эффект приводит к всплытию утонувшей подводной лодки в нашем опыте.



Художник Евгений Паненко

