

Леонид Свистов



ФОТОГРАФИИ ГАЗИРОВАННЫХ НАПИТКОВ

Был жаркий летний день. Я возвращался из отпуска на поезде и смотрел в окно. На станции Великие Луки поезд остановился так, что моё окно оказалось напротив ларька «Прохладительные напитки». У ларька стояли двое молодых мужчин и с удовольствием пили напитки прямо из бутылок. Поезд стоял довольно долго, так что я могу с уверенностью утверждать, что процесс был хорошо отлажен и никаких неожиданностей не предвиделось. Но на очередной паре открытых бутылок мужчина

в кепке поднял свою бутылку повыше и ловко ударил её доньшком по горлышку бутылки приятеля. Эффект был ошеломляющим. Напиток в бутылке мужчины без кепки не выдержал такого унижения и вырвался фонтаном над приятелями, в то время как газировка мужчины в кепке вела себя спокойно. Конечно, сделать фотографии этого явления я не успел, поэтому предьявляю ход событий, зарисованный по памяти.

Чтобы разобраться с причиной такого поведения напитка, мы запаслись





бутылками с разными газированными лимонадами, камерой, которая может делать фотографии каждую десятую долю секунды, а также деревянным молотком, которым не так опасно ударять открытые бутылки. Чтобы можно было наблюдать за происходящим внутри бутылки, все этикетки мы отмыли.

Вот серия фотографий содержимого одной из бутылок до (1) и после удара (2–8).

Сразу после удара в объёме бутылки возникают несколько небольших обла-

стей, где образуются пузырьки газа. На фотографиях эти области тёмные. Со временем облака пузырьков расширяются и всплывают наверх, образуя на поверхности слой пены, который растёт и в итоге выплёскивается из бутылки (фото 8). Высота столба вырывающейся пены зависит от сорта напитка. Рекордный подъём струи в наших экспериментах наблюдался после удара по бутылке с газированным лимонадом фирмы Лагидзе (фото 9–11),



7

8



9

10



11



в котором пузырьки, образующие пену, наиболее долгоживущие.

Попробуем объяснить поведение газировки. Прежде всего вспомним, что после открытия бутылки обычно раздаётся характерный звук вырывающегося газа. Дело в том, что над напитком в закрытой бутылке находится углекислый газ под давлением, большим атмосферного. Это необходимо для того, чтобы напиток в закрытой бутылке оставался газированным, то есть чтобы в жидкости был растворён углекислый газ CO_2 . В закрытой бутылке газ, растворённый в жидкости, находится в равновесии с газом над жидкостью. Это значит, что число молекул CO_2 , входящих в жидкость из газа, равно числу молекул, выходящих за то же время из жидкости. Чем больше давление газа над жидкостью, тем чаще молекулы заходят в жидкость, а значит, и количество растворённого в жидкости газа растёт с увеличением давления. Этот закон открыл Джон Дальтон в начале XIX века.

Когда бутылку открывают, в воздухе над поверхностью газировки углекислого газа сразу становится значительно

меньше, чем было. Поэтому молекул CO_2 , выходящих из раствора, гораздо больше, чем молекул CO_2 , возвращающихся в раствор. Концентрация молекул CO_2 в растворе начинает уменьшаться. Конечно, мы все замечали, что вкус газировки в открытой бутылке со временем меняется. Газировка перестаёт быть газировкой. К нашему удовольствию, газ выходит достаточно медленно. Это можно понять. Ведь молекулам газа, чтобы выйти из жидкости, надо пробраться (*продиффундировать*) сквозь воду до самого верха бутылки. Совсем по-другому происходит выход газа, если в жидкости есть пузырьки. В этом случае молекулы CO_2 могут выходить внутрь пузырьков, которые начинают расти и под действием силы Архимеда подниматься вверх. Если пузырьки при выходе из жидкости не лопаются сразу, на поверхности бутылки образуется слой пены, который может занимать большой объём и выливаться из бутылки. Выход газа из жидкости в пузырьки обычно называют *кипением*. Выход CO_2 из воды с поверхности газировки и внутрь пузырьков в



жидкости во многом схож с процессами испарения и кипения самой жидкости.

Заметим, что и при привычном нам кипении часто присутствуют явления, похожие на наблюдаемые в газировке. Так убегающее из кастрюли закипающее молоко способно залить плиту.

Осталось понять, почему для закипания газировки необходим удар по горлышку бутылки. Вот наша версия происходящего. Удар по горлышку приводит к быстрому сдвигу бутылки. Вода – это массивная, почти несжимаемая жидкость, которая не успевает за движением бутылки. Поэтому вблизи дна бутылки сразу после удара можно ожидать возникновение областей с пониженным давлением. В эти области в соответствии с законом Дальтона будут интенсивно выходить растворённые в газировке газы: кислород, азот и, конечно, углекислый газ. Вскоре после удара вода в бутылке приходит в равновесие и давления выравниваются. Но маленькие пузырьки вышедшего за это время из газировки газа остаются. Эти пузырьки разрастаются, и газировка закипает!

В случае удара по дну бутылки можно ожидать возникновения областей с повышенным давлением, в которых выход газа будет подавлен. В наших экспериментах такой удар к закипанию не приводил.

В конце нашего рассказа заметим, что удар по горлышку бутылки – совсем не единственный способ создания начальных пузырьков, необходимых для закипания. Так, автогонщики на церемонии награждения перед открытием бутылки с шампанским как следует её взбалтывают. А учёные-физики создают начальные пузырьки с помощью движущихся через газировку электрически заряженных элементарных частиц. Растущие со временем пузырьки становятся видимыми, что позволяет исследовать траектории этих частиц. Такой прибор называется *пузырьковой камерой*. Если верить Википедии, её изобретатель Дональд А. Глейзер рассказывал, что в ранних экспериментах по обнаружению частиц он использовал камеры, заполненные газированными жидкостями.

Художник Мария Усеинова