

# Почему вращается вертушка?

**А.КАРАЧИ, Д.КУЗОВКИН, В.СУХОМЕСОВ,  
С.ТОДЫШЕВ**

Если изогнуть проволочку, как показано на рисунке 1, повесить на иглу и подключить к борну (полюсу) электрофорной машины, а машину привести во вращение, то и вертушка начинает вращаться. При этом вращение происходит при подключении вертушки как к «минусу», так и к «плюсу» машины.

Краткое упоминание об этом опыте и описание его механизма мы нашли

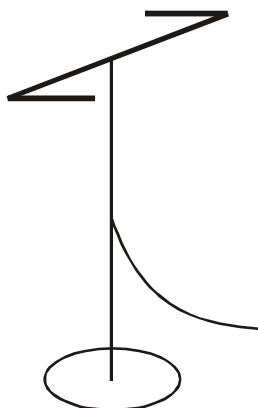


Рис. 1

лишь в книге Дж.Уокера «Физический фейерверк» (М.: Мир, 1979): «Эта вертушка была предметом споров на протяжении двух столетий... В учебной физической лаборатории иногда демонстрируют вертушку, которая приводится в движение подключением ее к высоковольтному источнику постоянного напряжения... Вертушка крутится потому, что воздух вблизи ее острия ионизируется. В сильном электрическом поле образовавшиеся ионы и острие оказываются заряженными одинаково и отталкиваются».

Мы решили исследовать этот процесс и попробовать его объяснить. Вертушку сделали из медной проволоки диаметром 1 мм с лаковой изоляцией. Для усиления эффекта электрофорную машину заменили высоковольтным преобразователем «Разряд-1», так что на вертушку теперь подавалось напряжение 5000 В. Вот что у нас получилось.

Прежде всего, опыты показали, что скорость вращения вертушки зависит от взаимного расположения вертушки и провода, которым она подсоединялась к преобразователю. При некотором их взаимном расположении вертушка совсем не вращалась.

Поставив вертушку на середину дна ведра, подводящий провод расположили вплотную к его дну и стенке и с помощью гальванометра измеряли ток, текущий через вертушку. Оказалось, что величина тока при подключении вертушки и к «минусу», и к «плюсу» преобразователя не превышала 1 мкА и возникал некий запирающий эффект.

Шарик, предварительно заряженный отрицательно от эбонитовой палочки, потертой о шерсть, подключали к электрометру и опускали в зону вертушки. В случае подключения вертушки к «минусу» был обнаружен отрицательный заряд, а в другом случае – положительный.

Вертушка начинала вращаться, если ее ставили на дно банки из-под селедки, – запирающий эффект ослабевал.

Подсоединили ведро и вертушку к разным борнам преобразователя. Независимо от знаков на ведре и на вертушке, частота вращения вертушки возросла до 35–40 об/с (измеряли стробоскопом). При этом резко возрос и ток – он оказался более 20 мкА, а при изменении знака на вертушке гальванометр фиксировал изменение направления тока.

Эти опыты, казалось, и подтверждали ионный механизм вращения вертушки, и противоречили ему.

Затем мы решили провести опыты под колоколом вакуумной тарелки. При понижении давления в воздухе должен появиться тлеющий разряд, по форме которого можно определить характер движения электронов и ионов. От запирающего эффекта мы избавились, прилепив пластилином к внутренней стороне колокола по его окружности алюминиевую фольгу, кото-

рую проволочкой соединили с одним из электродов тарелки, а иглу с вертушкой укрепили на брусках в середине тарелки.

С помощью вакуумного насоса начали откачивать воздух из-под колокола, и при давлении около 0,3 атм появился тлеющий разряд. Наши ожидания полностью оправдались. Наблюдаемая форма канала тлеющего разряда позволила убедиться в том, что при «минусе» на вертушке с торцов концов вертушки срывается поток электронов, движущихся по параболе к фольге, а при изменении полярности электронные пучки вырываются из фольги и также по параболе летят к торцам концов вертушки. Особенно отчетливо это наблюдалось в момент включения преобразователя.

Все эти эксперименты снимались видеокамерой, что позволяло проводить просмотр в режиме паузы. Но, к сожалению, всей красоты наблюдаемых эффектов видеосъемка не дает.

Однако на этом мы не остановились.

Прикрепив пластилином к фольге по окружности гвоздики, острыми к центру вертушки на ее высоте, мы создали резко неоднородное поле и повторили весь эксперимент. В этом случае вышеописанные эффекты выглядели еще убедительнее и красивее. Для большей наглядности мы «застопорили» вертушку пластилиновым столбиком и получили возможность без помех разглядывать форму канала тлеющего разряда.

Затем мы повесили на иглу прямую проволочку и опять повторили весь эксперимент. Проволочка не вращалась, хотя мы и пытались вывести ее из состояния покоя, резко поворачивая тарелку. Возникла мысль, что вращение происходит за счет электронных пучков. Однако, когда под колоколом тарелки было создано разрежение на пределе возможностей насоса и были повторены опыты, оказалось, что вертушка не вращается! Небольшое свечение остатков газа явно говорило о том, что электронные пучки как шли, так и идут. Следовательно, вращение вертушки происходит не за счет электронных пучков?

Мы осторожно начали впускать под колокол воздух – при давлении около 0,1–0,12 атм вращение вертушки возобновилось. Значит, ее заставляют вращаться ионы?

И еще один опыт. Проволочку вблизи концов загнули кольцами в противоположных направлениях, причем