

02;05;12

©1994

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА ПУТЕМ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ТВЕРДЫХ ИСТОЧНИКОВ ГАЗА

*А.В.Будин, В.А.Коликов, А.И.Коваль,
И.Б.Рабинович, М.И.Хейфиц*

Целью работы являлась разработка метода быстрого получения водорода из твердых источников газа и использование этих источников в качестве элемента системы унитарного заряжания электроразрядного ускорителя. Для высвобождения водорода исследуемое вещество необходимо нагреть до температуры, при которой разрушаются химические связи и выделяется свободный водород, при этом время нагрева не должно было превышать 1 мс, а время выделения водорода — 10 мс. Нагрев осуществлялся импульсом тока от конденсаторной батареи емкостью 3000 мкф и рабочим напряжением до 5 кВ. Экспериментальная установка для получения водорода представляла собой толсто-стенный цилиндр с внутренним объемом $\sim 100 \text{ см}^3$, герметизируемый с одной стороны электродной системой, а с другой — заглушкой или диафрагмой. Испытываемый образец зажимался между центральным электродом, изолированным от корпуса и подвижным поршнем, вворачивающимся с противоположной стороны. Давление в камере измерялось пьезоэлектрическим датчиком Т500, ток через образец — низкоомным шунтом, вмонтированным в разрыв оплетки подводящего кабеля, напряжение на образце — при помощи высокоомных делителей.

В качестве источника водорода использовался гидрид алюминия AlH_3 , который обладает высоким массовым содержанием водорода ($\sim 10\%$), низкой температурой ($\sim 200^\circ \text{C}$) и небольшой энергией разложения ($\sim 240 \text{ Дж/г}$). Для сообщения образцу необходимого электрического сопротивления (0.5–5 Ом) добавлялось 10–15% коллоидного графика, а для придания достаточной механической прочности вводилась добавка 5–10% полиэтилена или фторопласта. Образцы представляли собой цилиндры диаметром 2, длиной 2–5 см и массой 15–40 г. Для обеспечения надежного электрического контакта в торцы образцов запрессовывалось небольшое количество медного или алюминиевого порошка. Для предотвращения поверхностного пробоя на

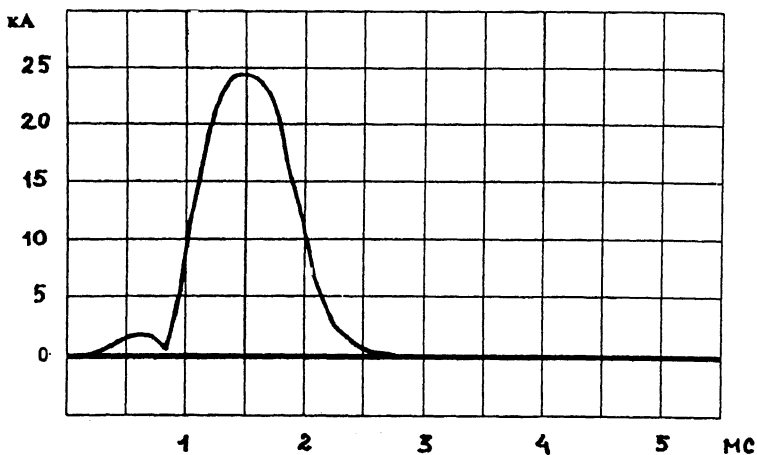


Рис. 1. Ток через образец.

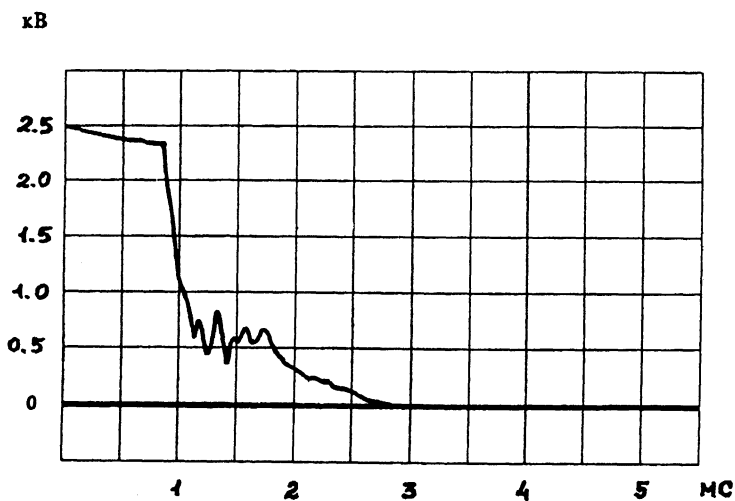


Рис. 2. Напряжение на образце.

боковую поверхность образца наклеивался слой стеклоткани.

Проведенные эксперименты показали, что время нагрева, т. е. длительность импульса тока, составляет ~ 1 мс и мало зависит от сопротивления образца. Это объясняется тем, что при выделении некоторого количества водорода возникает электрическая дуга, а ток и напряжение на образце определяются параметрами дуг. Типичные осциллограммы тока, напряжения и давления в камере приведены

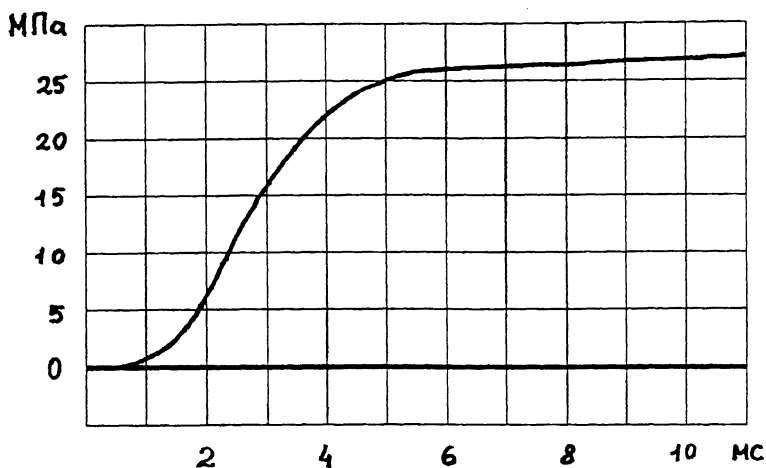


Рис. 3. Давление в камере.

на рис. 1–3. Как видно из рис. 3, время нарастания давления не превышает 5 мс. В случае, если сопротивление образца превышает 5 Ом, импульс тока протекает с задержкой на 5–10 мс, что связано с более медленным образованием количества водорода, необходимого для возникновения дуги. При увеличении количества вложенной в образец энергии с 300 до 800 Дж/г время нарастания давления уменьшалось на 15–20 %. Количество полученного водорода оценивалось по величине давления холодного газа в камере и оказалось близким к предполагаемому: 7–8% от массы образца. Был проведен также ряд экспериментов с фильтрацией выделяющегося водорода через металлофильтры с диаметром пор 50–100 мкм. При этом время нарастания давления за фильтром увеличивалось на 40–60%, но не превышало 10 мс. Содержание примесей в отфильтрованном газе составляло 5–8%.

Проведенные эксперименты показали, что главными условиями надежного электротермического разложения гидрида алюминия являются достаточная механическая прочность и однородность образца, а также исключение возможности возникновения пробоя по его поверхности. При этих условиях время выделения водорода мало зависит от времени ввода и количества введенной в образец энергии; оно определяется процессами теплообмена и разрушения химических связей в веществе образца. С точки зрения времени выделения водорода и количества затрачиваемой энергии способ нагрева источника газа импульсом тока представляется наиболее эффективным.

К недостаткам метода следует отнести снижение относительного выхода водорода вследствие внесения добавок, обеспечивающих необходимое омическое сопротивление и механическую прочность образца.

Работа проводилась при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

Поступило в Редакцию
23 декабря 1993 г.
