

ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

УДК 537.527

DOI: 10.17223/00213411/64/9/59

О МИНИМАЛЬНОМ НАПРЯЖЕНИИ СТАТИЧЕСКОГО ПРОБОЯ ГАЗОРАЗРЯДНОГО ПРОМЕЖУТКА*

А.В. Козырев, В.Ю. Кожевников, А.О. Коковин, С.Ю. Медведев

Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия

На основании условия самостоятельности разряда проведен теоретический анализ с целью выявления минимально возможного напряжения пробоя. Показано, что слабая неоднородность электрического поля в разрядном промежутке приводит к повышению статического пробивного напряжения по сравнению с законом Пашена. Сильная неоднородность поля в диодах коаксиальной и сферической геометрии также не может обеспечить снижение минимального напряжения пробоя по сравнению со случаем плоскопараллельного промежутка. Доказано, что из всех симметричных геометрий газонаполненного диода наименьшим напряжением пробоя обладает плоская геометрия.

Ключевые слова: электрический пробой газов, закон Пашена, статическое напряжение пробоя в газе.

Введение

В исследовательской и инженерной практике часто возникает вопрос о пробивном напряжении газоразрядного промежутка [1, 2]. Обычно этот вопрос ставится весьма конкретно, например так: при каком напряжении произойдет электрический пробой промежутка данной геометрии и при данном давлении и сорте газа? Но часто встречаются ситуации с менее определенными исходными данными, например такими: произойдет ли пробой данного промежутка при фиксированном зазоре и приложенном напряжении, но с меняющимся в широком диапазоне давлением газовой среды. Можно поставить наиболее общий вопрос [3, 4]: при каком минимальном напряжении на промежутке произвольной конструкции и произвольном давлении может произойти электрический пробой в заданной газовой среде? Очевидно, что такое минимальное напряжение должно существовать, хотя бы потому, что пробой заведомо невозможен, если приложенное напряжение будет ниже потенциала ионизации атомов или молекул газа. Но это слишком грубая и явно заниженная оценка.

Обычно при подобном анализе пробивных напряжений ориентируются на так называемую кривую Пашена, которая дает зависимость пробивного напряжения U_{br} плоскопараллельного электродного промежутка от произведения давления газа p на длину промежутка d . Кривая Пашена соответствует пробую в однородном электрическом поле с приведенной напряженностью $E_{br}/p = U_{br}/pd$. На рис. 1 показаны кривые Пашена для ряда чистых газов в широком диапазоне давлений [1].

Как видно, все кривые Пашена имеют один минимум для напряжения пробоя U_{min} плоского промежутка, лежащий в области пониженного давления (для сантиметровых промежутков). Возникает вопрос: будет ли подобная зависимость реализовываться для других геометрий промежутка и будет ли для них такой же минимум U_{min} ?

Ниже будет показано, что аналог кривой Пашена будет иметь место и для других кон-

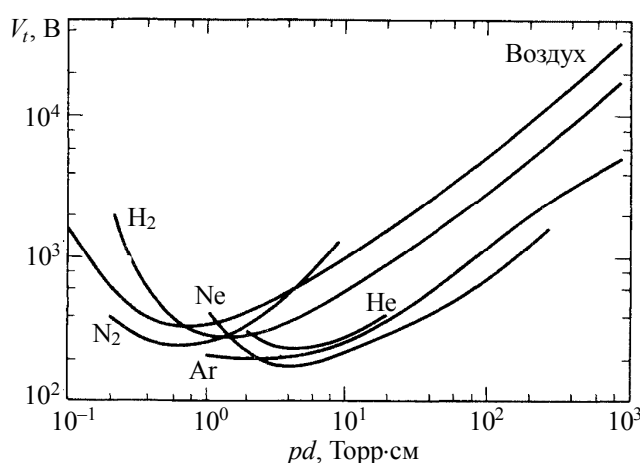


Рис. 1. Зависимость напряжения пробоя в плоском промежутке от параметра pd (кривые Пашена)

* Работа выполнена в рамках госзадания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по темам № FWRM-2021-0007, FWRM-2021-0014.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>