

**ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ
ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ В ВАКУУМЕ**

О. С. КАССИРОВА

(Представлена научно-техническим семинаром кафедры «Физическая электротехника»)

Вопросы участия перекрываемой поверхности в развитии разряда исследовались и обсуждались во многих работах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Установлено, что материал перекрываемой поверхности оказывает существенное влияние на электрическую прочность поверхности. Значения напряжения поверхностного пробоя, полученные различными авторами для одних и тех же материалов диэлектриков, отличаются друг от друга в 2—2,5 раза, что затрудняет определение истинной величины разрядной напряженности поля. Разница в результатах различных авторов в значительной степени может определяться особенностями состава, структуры материала и обработки перекрываемой поверхности. Поэтому представляется интересным проведение экспериментов по электрическому пробую вдоль поверхности диэлектрика в вакууме в условиях, когда физические характеристики поверхности оставались бы постоянными от опыта к опыту.

В настоящей работе ставилась задача определения электрической прочности однородной поверхности свежего скола кристаллического диэлектрика при постоянном напряжении. Разряд развивался между точками соприкосновения сферических стальных электродов с поверхностью диэлектрика.

Исследования проводились на ионных кристаллических диэлектриках различного химического состава, а именно NaCl, KCl, KBr, KJ. В предыдущей работе [8] были приведены результаты по определению электрической прочности для кристалла NaCl, описана методика определения электрической прочности, которая была использована и в настоящей работе. Для определения зависимости электрической прочности от числа разрядов исследовалось по 10 образцов для каждого типа диэлектрика при межэлектродном расстоянии 8,5 мм. Полученные результаты изображены на рис. 1.

Анализируя экспериментальные зависимости электрической прочности поверхности монокристаллических солей NaCl, KBr и KJ от числа разрядов, видим, что наибольшей электрической прочностью обладает поверхность NaCl, наименьшей — KJ. После 50—60 пробоев электрическая прочность для NaCl и KBr мало изменяется. Для KJ эта зависимость на рис. 1 выглядит иначе, чем первые две. Электрическая прочность быстро возрастает затем, достигнув максимума, несколько снижается.

Разбросы значений пробивных напряжений поверхности КЖ значительно больше, чем для NaCl и КВг в тех же условиях. Исследование зависимости электрической прочности поверхности щелочно-галогидных солей от материала диэлектрика проводилось для NaCl, KCl, КВг и КЖ.

Полученные экспериментальные зависимости приведены на рис. 2. Из приведенных результатов видно, что электрическая прочность поверхности монокристаллических диэлектриков зависит от химического состава диэлектрика. Электрическая прочность поверхности для исследуемого ряда диэлектриков убывает от NaCl к КЖ, что подтверждает зависимости, приведенные на рис. 1.

С целью выявления сравнительного участия в развитии разряда прикатодной и прианодной областей поверхности диэлектрика были поставлены эксперименты по определению электрической прочности поверхности образца, состоящего из двух монокристаллических диэлектриков, различных по электрической прочности. Для исследования были выбраны монокристаллы с резко отличающейся электрической прочностью поверхности NaCl и КЖ. Образцы готовились непосредственно перед экспериментом и состояли из двух плотно прижатых друг к другу частей. Разряд по поверхности развивался перпендикулярно плоскости контакта разнородных диэлектриков. Для определения электрической прочности составных диэлектриков исследовалось 5—6 образцов, например при отрицательной полярности слабого элемента. Затем такое же количество образцов исследовалось для варианта, когда полярность частей образца изменялась, т. е. та, что находилась под катодом, ставилась под анод, и наоборот. Полученные результаты изображены на рис. 3.

Было обнаружено, что электрическая прочность образца, состоящего из двух разнопрочных элементов, больше, когда NaCl — элемент, обладающий большей электрической прочностью, — примыкает к катоду, а КЖ — к аноду (кривая 2), и значительно ниже, когда примыкает к аноду, а слабый элемент (КЖ) примыкает к катоду (кривая 1). Кривая 3 — зависимость пробивного

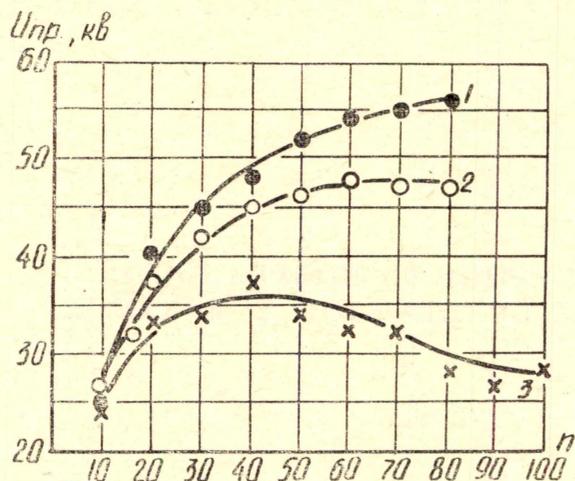


Рис. 1. Зависимость напряжения перекрытия от числа разрядов для кристаллов разного химического состава: 1 — NaCl; 2 — КВг; 3 — КЖ. Расстояние между электродами $d = 8,5$ мм

тальной и прианодной областей поверхности диэлектрика были поставлены эксперименты по определению электрической прочности поверхности образца, состоящего из двух монокристаллических диэлектриков, различных по электрической прочности. Для исследования были выбраны монокристаллы с резко отличающейся электрической прочностью поверхности NaCl и КЖ. Образцы готовились непосредственно перед

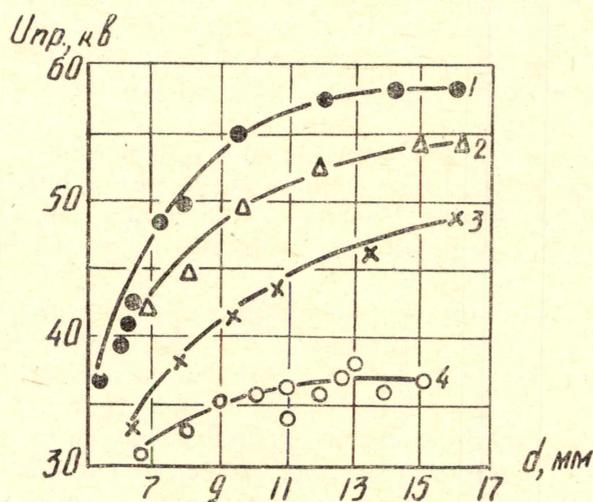


Рис. 2. Зависимость напряжения перекрытия от межэлектродного расстояния для кристаллов разного химического состава: 1 — NaCl; 2 — KCl; 3 — КВг; 4 — КЖ

экспериментом и состояли из двух разнопрочных элементов, больше, когда NaCl — элемент, обладающий большей электрической прочностью, — примыкает к катоду, а КЖ — к аноду (кривая 2), и значительно ниже, когда примыкает к аноду, а слабый элемент (КЖ) примыкает к катоду (кривая 1). Кривая 3 — зависимость пробивного

напряжения от числа пробоев для чистого NaCl, эта зависимость приведена для сравнения с составными диэлектриками.

Результаты описанного эксперимента можно объяснить тем, что определяющее влияние на величину электрической прочности поверхности монокристаллических диэлектриков оказывает прикатодная область диэлектрика.

Для понимания механизма развития искрового разряда по поверхности в вакууме представляется интересным установить связь между физическими свойствами диэлектрика и электрической прочностью его поверхности. Свойства щелочно-галогенидных кристаллов изучены достаточно всесторонне [9, 10]. Установлено, что свойства щелочно-галогенидных кристаллов зависят прежде всего от внутренней энергии решетки и связанной с ней поверхностной энергией. В порядке возрастания энергии решетки исследованные кристаллы располагаются в следующем порядке: KJ, KBr, KCl, NaCl. В соответствии с возрастанием энергии решетки возрастают такие характеристики, как молекулярный вес, температура плавления, диэлектрическая проницаемость, коэффициент вторичной эмиссии. Как

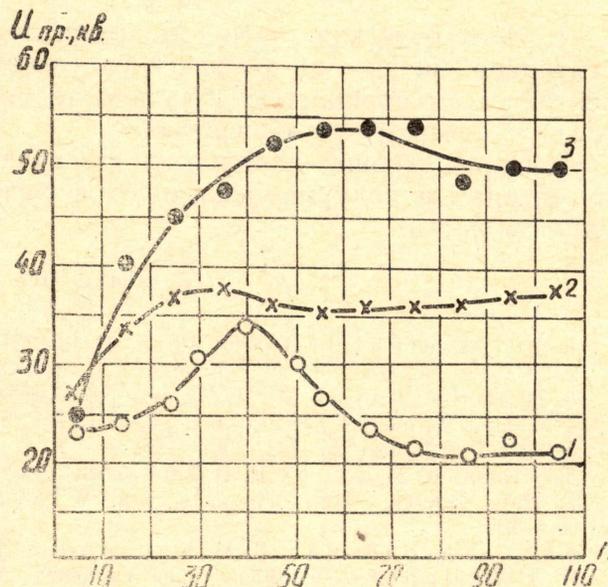


Рис. 3. Зависимость напряжения перекрытия от числа разрядов по поверхности составных и простых диэлектриков: 1 — составной диэлектрик KJ+NaCl, где KJ примыкает к катоду, NaCl — к аноду; 2 — составной диэлектрик KJ+NaCl, где NaCl примыкает к катоду, KJ — к аноду; 3 — NaCl

характеристики, как молекулярный вес, температура плавления, диэлектрическая проницаемость, коэффициент вторичной эмиссии. Как

Таблица 1

Кристалл	М	ϵ	$T_{пл}$	Энергия кристаллической решетки в эл/ион	Удельная поверхностная энергия при температуре плавления эрг/см ²	σ
NaCl	58,45	5,62	800	7,93	114	11
KCl	74,55	4,68	770	7,23	97,5	10
KBr	119,01	4,78	730	6,94	89	9
KJ	166,02	4,94	686	6,55	85	8

М — молекулярный вес;

ϵ — диэлектрическая проницаемость;

$T_{пл}$ — температура плавления, С°;

σ — коэффициент вторичной эмиссии после скалывания поверхности в вакууме.

установлено в настоящей работе, в такой же последовательности возрастает электрическая прочность образцов (табл. 1). Это свидетельствует о большом участии поверхности образца в развитии разряда.

Выводы

1. Электрическая прочность поверхности монокристаллических диэлектриков зависит от химического состава монокристаллов. Большой электрической прочностью обладают те монокристаллы, которые имеют большую поверхностную энергию.

2. Определяющее влияние на электрическую прочность поверхности диэлектрика в вакууме оказывают физические характеристики прикатодной области.

ЛИТЕРАТУРА

1. P. H. Gleichauf, J. Appl. Phys., 22, 6, 1951.
 2. Е. С. Боровик, Б. П. Батраков. «ЖТФ», 28, 1197, 1958.
 3. И. И. Каляцкий, Г. М. Кассиров. ЖТФ, XXXV, 382, 1965.
 4. С. П. Бугаев, Г. А. Месяц. ДАН СССР, т. 196, № 2, 324, 1971.
 5. Nikoll Astion G. R. 234, 2055, 1952.
 6. I. Romand, Mele G., G. R. Bollofet, «Spectrochimica Acta», 16, 6, 1955.
 7. Hans Boerch, Hans Homisch und Wilhelm Ehrlich Zeitsch. f. fur ans Phys. XV, 6, 1963.
 8. О. С. Кассирова и Г. М. Кассиров. «ЖТФ», XLIII, 1304, 1973.
 9. А. А. Воробьев. Физические свойства ионных кристаллических диэлектриков, кн. 1, 1960.
 10. И. М. Бронштейн, Б. С. Фрайман. Вторичная электронная эмиссия.
-