

Г. М. КОВАЛЕНКО

ВЛИЯНИЕ ПАРОВ CCl_4 НА ПРОБИВНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ВОЗДУХА

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 15 II 1937)

Наттерер (1), изучая длину искр различных газов, нашел, что при данном напряжении в парах CCl_4 искра короче, чем в других газах при одном и том же давлении. Жолио (2), работая с электростатическим генератором Ван-де-Грааффа, заметил, что при испарении жидкого CCl_4 в помещении, где работал генератор, электрическая прочность воздуха значительно повышалась. Однако Наттерер и Жолио не дают никаких количественных данных о пробивных напряжениях как паров CCl_4 , так и их смеси с воздухом.

Цель настоящей работы заключалась в том, чтобы получить количественные данные о пробивных напряжениях паров CCl_4 и их смеси с воздухом при различных видах напряжений и разной конфигурации поля.

Все измерения пробивных напряжений были произведены в стеклянном сосуде в виде шара емкостью 4 л. В случае однородного поля электродами служили стальные шары с $r=15$ мм, а в случае неоднородного поля электродами были игла и один из упомянутых шаров. Один из электродов мог быть легко перемещаем с отсчетом расстояния, не изменяя давления в сосуде. Сосуд, в котором производились опыты, откачивался масляным насосом. Давление в нем измерялось ртутным манометром. Напряжение к электродам сосуда подводилось от установки из трансформатора на 2 kVA и кенотрона, от которой переключением можно было получать как переменное, так и постоянное напряжение. Пробивные напряжения на импульсах были измерены на специальной установке; длительность импульса была около 2.10^{-5} сек. При измерении пробивных напряжений на импульсах для устранения запаздывания искровой промежуток облучался препаратом радия в 60 мг.

Ниже приведены значения пробивных напряжений для первых пробоев в данной порции паров CCl_4 или в их смеси с воздухом. Однако эти значения почти не отличаются от средних значений, полученных из нескольких десятков пробоев в одной и той же порции газа.

Были произведены следующие измерения:

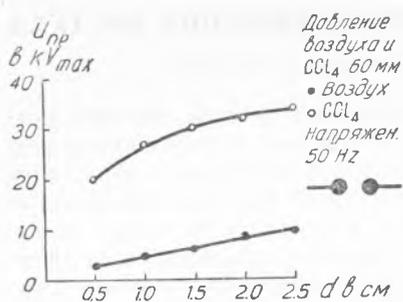
1) Измерены пробивные напряжения в парах CCl_4 и в воздухе при одних и тех же условиях. На фиг. 1 даны результаты измерений пробивных напряжений в воздухе и в парах CCl_4 при давлении в 60 мм и $16^\circ.5$ для разных расстояний между электродами.

Из данных фиг. 1 видно, что пробивные напряжения паров CCl_4 зна-

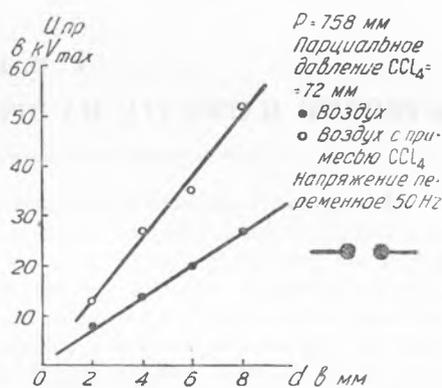
чительно больше пробивных напряжений воздуха, но отношение пробивных напряжений уменьшается с увеличением расстояния между электродами. При измерении пробивных напряжений в парах CCl_4 на электродах осаждалось черное вещество, очевидно углерод. Одновременно с этим на поверхности ртути в трубке манометра, сообщающейся с сосудом, появлялась беловатая муть, очевидно HgCl_2 , которая с течением времени диффундировала вглубь ртути.

2) Для сравнения пробивных напряжений воздуха и пробивных напряжений смеси воздуха с парами CCl_4 при максимальном насыщении были произведены измерения, результаты которых даны на фиг. 2.

Из приведенных данных видно, что добавление паров CCl_4 к воздуху представляет эффективное средство для повышения его пробивных напря-



Фиг. 1.



Фиг. 2.

жений. В пределах наших измерений пробивные напряжения в однородном поле повышались в 1.8 раза при насыщении воздуха парами CCl_4 . При электрических разрядах электроды подвергаются действию хлора, получающегося при разрядах в парах CCl_4 , и их поверхность сильно портится. Электроды перед каждой группой измерений подвергались очистке и полировке.

3) Результаты измерений, проведенных при несимметричных электродах (игла—сфера), приведены на фиг. 3.

Как видно из этих данных, относительное увеличение пробивных напряжений воздуха из-за примеси CCl_4 в неоднородном поле выше, чем в однородном. В пределах наших измерений относительное увеличение было примерно в 2.5 раза.

4) Результаты измерений пробивных напряжений в смеси воздуха и паров CCl_4 в зависимости от их концентрации в воздухе даны на фиг. 4. Там же даны пробивные напряжения в парах CCl_4 при давлениях этих паров, соответствующих их парциальным давлениям в смеси.

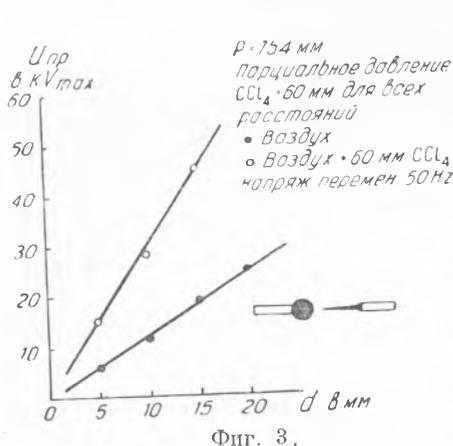
На основе этих данных можно сделать заключение, что в смеси воздуха и паров CCl_4 величина пробивного напряжения является суммой пробивных напряжений паров CCl_4 и воздуха при давлениях, соответствующих парциальным давлениям этих компонент в смеси.

Последнее хорошо подтверждается таблицей, где даны пробивные напряжения в смеси воздуха с парами CCl_4 (графа 5) и сумма (графа 4) из пробивных напряжений, полученных отдельно в воздухе (графа 2) и парах CCl_4 (графа 3) при давлениях, соответствующих их парциальным давлениям в смеси.

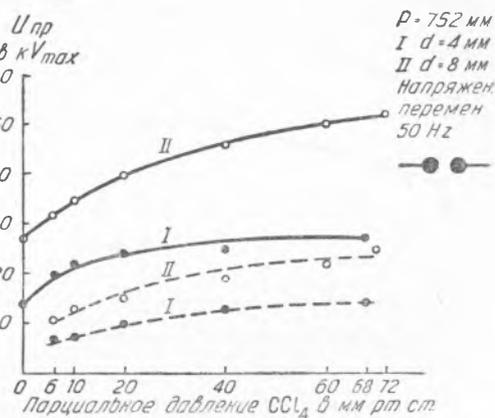
Между электродами в мм	Пробивные напряжения в воздухе		Пробивные напряжения в парах		Сумма граф 2 и 3		Пробивные напряжения в смеси воздух-пары	
1	2		3		4		5	
4 мм	684	13.000	68	13.50	752	26.50	752	27.00
	712	13.70	40	13.00	752	26.70	752	25.00
	732	14.50	20	10.00	752	24.50	752	24.00
8 мм	680	26.00	72	25.50	752	51.50	752	52.00
	712	26.00	40	19.00	752	45.00	752	46.00
	732	27.50	20	14.00	752	41.50	752	40.00

5) На фиг. 5 даны результаты измерений зависимости пробивных напряжений от концентрации паров CCl_4 в воздухе при постоянном напряжении и разных полярностях в неоднородном поле для расстояний между электродами в 8 мм.

6) Результаты измерений на импульсах при длительности последних около $2 \cdot 10^{-5}$ сек. приведены на фиг. 6.



Фиг. 3.

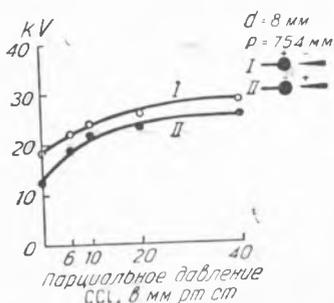


Фиг. 4.

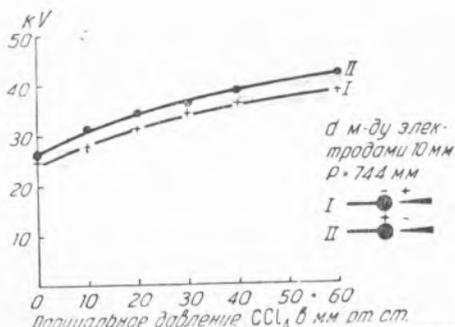
7) На фиг. 7 даны результаты измерений пробивных напряжений воздуха в зависимости от концентрации в нем паров CCl_4 . Electroдами были пары, длительность импульса была та же, что и в случае измерений фиг. 6. Измерения произведены для двух расстояний $d = 5$ мм и $d = 10$ мм.

Из данных фиг. 5, 6 и 7 видно, что повышение пробивных напряжений наблюдается также на ударном напряжении и проявляется в одинаковой степени вне зависимости от полярности в резко неоднородных полях. Это указывает на то, что эффект повышения не связан с особенностями образования объемных зарядов.

8) Для выяснения вопроса о влиянии примеси паров CCl_4 на пробивные напряжения воздуха на разных давлениях были измерены пробивные напряжения смеси воздуха с парами CCl_4 при постоянной концентрации паров, но разных давлениях. Измерения были проведены только при давлениях меньше атмосферного. Результаты измерений приведены на фиг. 8 в виде зависимости от давления отношения пробивных напряжений смеси к пробивным напряжениям воздуха в тех же условиях. Из этих дан-



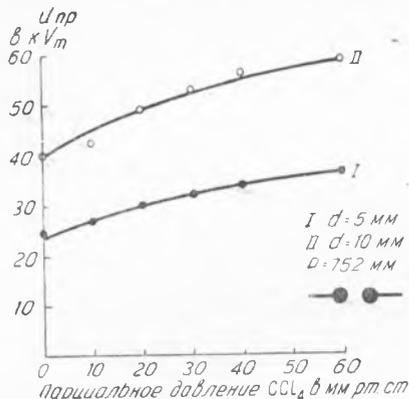
Фиг. 5.



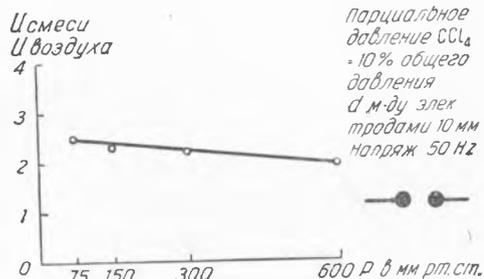
Фиг. 6.

ных видно, что с увеличением давления газа это отношение пробивных напряжений систематически понижается.

Известно, что в парах CCl_4 длина свободного пути молекул примерно в 3 раза меньше, чем в воздухе. Однако, на основании только этого факта нельзя непосредственно объяснить высокую электрическую прочность CCl_4 по сравнению с воздухом и в особенности влияние его на прочность его смеси с воздухом при малых концентрациях.



Фиг. 7.



Фиг. 8.

Очевидно, что при столкновениях с молекулами CCl_4 движущиеся в электрическом поле заряженные частицы теряют свою энергию, что препятствует накоплению ими энергии, достаточной для ионизации.

Для более определенного решения вопроса необходимо располагать данными о величине ионизационного потенциала и спектре возбуждения молекулы CCl_4 , которых мы в настоящее время не имеем.

Примесь газа электрически более прочного сама по себе не всегда может быть стабильной для повышения электрической прочности воздуха, так как при электрических разрядах она может химически разлагаться с выделением продуктов, понижающих электрическую прочность смеси. В данном случае примесь CCl_4 при электрических разрядах также разлагается, однако выделяющиеся углерод в виде сажи и хлор не снижают электрической прочности смеси.

Работа выполнена по предложению Б. М. Вула.

Физический институт им. П. Н. Лебедева.
Академия Наук СССР.

Поступило
15 II 1937.

Москва
ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Natterer, Wied. Ann., 38, 663 (1889). ² Joliot, C. R., 291, 2024 (1936).