

ИМПУЛЬСНЫЙ ПРОБОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ИЗОЛЯЦИИ В РЕЗКО НЕОДНОРОДНОМ ПОЛЕ

А. Т. ЧЕПИКОВ, Б. В. СЕМКИН

(Представлена научным семинаром кафедры техники высоких напряжений)

В различных высоковольтных электротехнических устройствах широко используется комбинированная изоляция, состоящая из твердых и жидких диэлектриков. В нормальном режиме или в переходных процессах такая изоляция может подвергаться воздействию импульсов напряжения различной длительности.

В литературе имеются обширные сведения по импульсной прочности как твердой, так и жидкой изоляции. Данные по импульсному пробоему комбинированной изоляции [1, 2] ограничены и относятся к толщинам, не превышающим 1 мм. Представляло интерес исследование импульсного пробоя комбинации «твердый диэлектрик — трансформаторное масло» при различных соотношениях их толщин и различных временах воздействия импульсного напряжения.

Исследования проводились с использованием генератора импульсных напряжений на 480 кВ с разрядной емкостью 0,016 мкФ. Измерение напряжения осуществлялось с помощью емкостного делителя напряжений и импульсного осциллографа ОК-19М, переоборудованного для измерения времен от 0,1 до 12 мксек.

Пробой осуществлялись на фронте однократного импульса в резко неоднородном поле. Electroдами служили стальной стержень диаметром 8 мм с углом заточки 30° и латунная плоскость диаметром 140 мм. Образцы из фторопласта-4 выпиливались из листов одной партии и имели толщины 20; 7,5; 5; 3,3 мм при площади образца 50·50 мм².

При изменении толщины образцов фторопласта суммарная длина промежутка между электродами оставалась постоянной и равнялась 10 мм. При $\frac{T}{S} = 1$ (рис. 1), то есть при отсутствии прослойки масла, толщина образцов составляла 20 мм, в образцах высверливалась коническая лунка глубиной 10 мм, лунка покрывалась аквадагом. Межэлектродное расстояние и в этом случае составляло 10 мм. Взаимное положение образца и прослойки масла показано на рис. 1 и 2. Электрическая прочность трансформаторного масла составляла 30 кВ в стандартном пробойнике.

Каждая точка кривых получена на основании пробоя 20 образцов. Разброс отдельных значений от средней величины пробивного напряжения составлял $\pm 2\%$. При построении кривых принята вероятность пробоя $\Psi = 50\%$.

На рис. 1 показана зависимость пробивного напряжения комбинированной изоляции «фторопласт-4 — трансформаторное масло» от отношения толщины твердого диэлектрика к межэлектродному расстоянию при положительной полярности стержня. Зависимости получены для времен воздействия напряжения 0,1; 1; 10 мксек. На рис. 2 показана аналогичная зависимость, полученная при отрицательной полярности стержня. Из рис. 1 и 2 видно, что при экспозиции 10^{-5} сек пробивное напряжение трансформаторного масла меньше, чем фторопласта-4 на 27% при обеих полярностях стержня. С уменьшением экспозиции эта разница

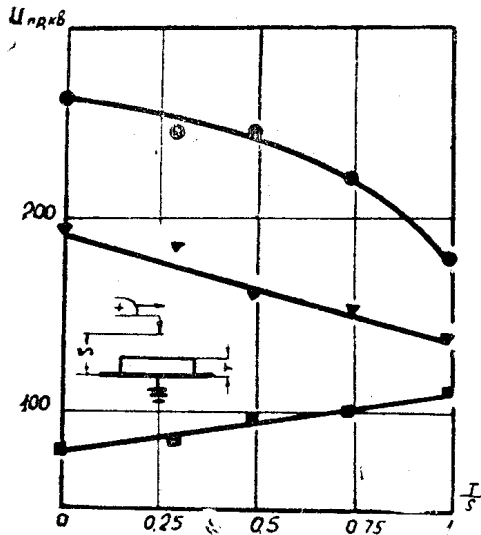


Рис. 1. Зависимость пробивного напряжения комбинированной изоляции «фторопласт-4 — трансформаторное масло» от отношения толщины твердого диэлектрика к межэлектродному расстоянию при положительной полярности стержня. Время воздействия напряжения:

- — 10^{-7} сек,
- ▲ — 10^{-6} сек,
- — 10^{-5} сек.

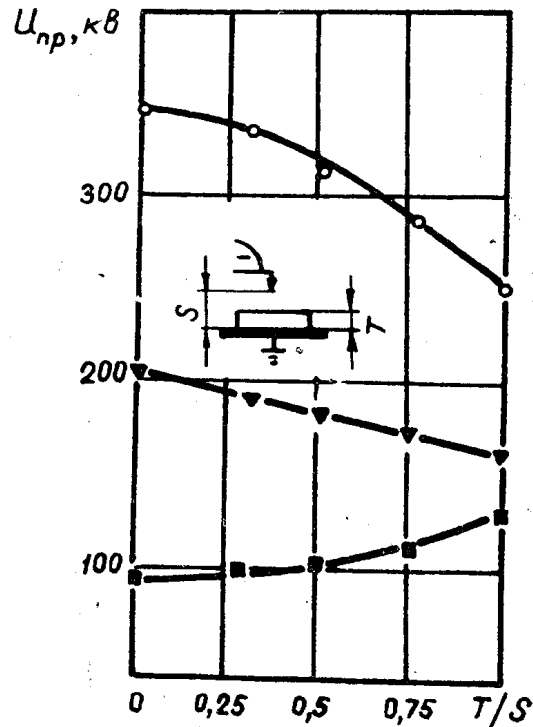


Рис. 2. То же, что рис. 1, но при отрицательной полярности стержня.

уменьшается и уже при $t = 10^{-6}$ сек электрическая прочность трансформаторного масла выше прочности фторопласта-4 на 47% и 38% для положительной и отрицательной полярности стержня соответственно.

Пробивное напряжение комбинированной изоляции во всем диапазоне исследуемых экспозиций занимает промежуточное положение между пробивными напряжениями твердой и жидкой изоляции.

При малых временах воздействия напряжения (10^{-7} сек) на пробивное напряжение комбинированной изоляции жидкий диэлектрик

оказывает большее влияние, чем твердый. Так, при $\frac{T}{S} = 0,5$ пробив-

ное напряжение комбинированной изоляции меньше, чем $U_{пр}$ жидкой изоляции, на 8,5% и 10% для положительной и отрицательной полярностей стержня соответственно. При этом пробивное напряжение фторопласта меньше $U_{пр}$ комбинированной изоляции на 21,4 и 25,3%.

Выводы

1. Увеличение электрической прочности комбинированной изоляции при малых временах воздействия напряжения по сравнению с электрической прочностью твердых диэлектриков может быть использовано в электротехнических устройствах, изоляция которых работает под воздействием импульсов напряжения длительностью $1 \cdot 10^{-6}$ сек и менее.

2. При действии импульсов большей длительности (10^{-5} сек) импульсная прочность комбинированной изоляции меньше, чем у твердых диэлектриков.

ЛИТЕРАТУРА

1. K. Kojima and S. Tanaka. «Research on the Impulse Breakdown Mechanism of the Dielectric as Used in Oil — Filled Cables, j». IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems», N 5, May, 1964.

2. W. G. Standing, M. A. and R. C. Hughes, B. Sc. «Breakdown under Impulse Voltages of Solid and Liquid Dielectrics in Combination». J. «The Proceedings of the Institution of Electrical Engineers, part A, December, 1956.
