

ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ СТОЙКОСТИ ИЗОЛЯЦИИ ЭМАЛИРОВАННЫХ ПРОВОДОВ

В. М. АНИКЕЕНКО, В. В. ЛЕСКОВ

(Представлена научным семинаром кафедры ЭИКТ)

Изоляция электрических машин и аппаратов в процессе эксплуатации подвергается воздействию электрических перенапряжений, имеющих импульсный характер и возникающих в моменты включения, реверса, выключения. Амплитуда, длительность и форма возникающих волн перенапряжений будет зависеть не только от параметров обмоток двигателя, но и от типа машины, сети питания, а также от причины изменения режима работы (то есть включения, реверса или выключения).

Величина амплитуд перенапряжения может достигать величин до $(4 \div 6) U_n [1]$, а в некоторых случаях будет соответствовать пробивному напряжению витковой изоляции. Многократное воздействие импульсов перенапряжения вызовет электрическое старение изоляции со всеми вытекающими последствиями [2].

В связи с этим изучение стойкости витковой изоляции, в частности эмалевой изоляции проводов к многократному воздействию импульсного напряжения, представляет определенный интерес. Для изучения многократного воздействия импульсного напряжения на эмалевую изоляцию был использован провод марки ПЭТВ-*F*-35 с диаметром 0,83 мм. Исследование проводилось на образцах эмальпровода, выполненных в виде скрутки длиной 125 мм. Для уменьшения ионизационных процессов в воздушных промежутках непосредственно между проводами образцы (скрутки) дополнительно покрывались эмальлаком с последующей сушкой в термостате.

Источником импульсного напряжения служил ГИН с частотой следования импульсов до 50 в секунду. Для сравнения степени действия амплитуды и длительности импульсного напряжения образцы подвергались воздействию импульсов с амплитудой 2; 4; 6; 8 кВ при длительности фронта 3 и 2 мксек с общей длиной волны 12 мксек.

Зависимость импульсной стойкости изоляции, то есть количества импульсов, выдержанных изоляцией до пробоя от амплитудного значения напряжения U_a , представлена на рис. 1. С увеличением амплитуды импульсов стойкость изоляции непрерывно снижается, и скорость снижения увеличивается по мере роста амплитуды. Результаты обрабатывались с помощью методов математической статистики. На рис. 1 зависимость $\ln n_{\text{имп}}$ как функция U_a представлена для 50% и 95% вероятности выхода образцов из строя.

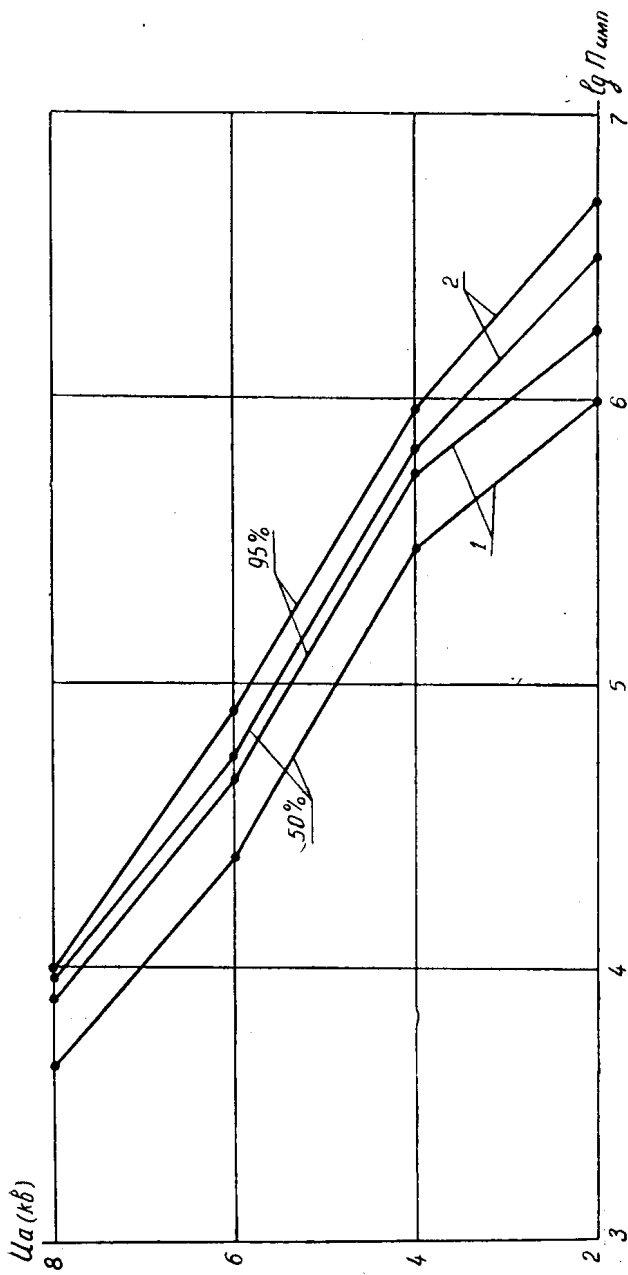


Рис. 1. Зависимость $\lg P_{\text{имп}}$ от величины амплитуды импульсного и переменного напряжения. 50 и 95% вероятности выхода образцов из строя: 1 — длина фронта импульса 3 $\mu\text{сек}$, 2 — переменное напряжение $f=50$ Гц.

Стойкость эмалистой изоляции к действию переменного напряжения частотой 50 Гц приведена на рис. 1. Приведенная зависимость $lgn_{\text{имп}} = f(U_a)$ показывает большую степень действия импульсного напряжения по сравнению с переменным примерно в 1,05—1,08 раза. Влияние длины фронта волны представлено на рис. 2. Уменьшение фронта вол-

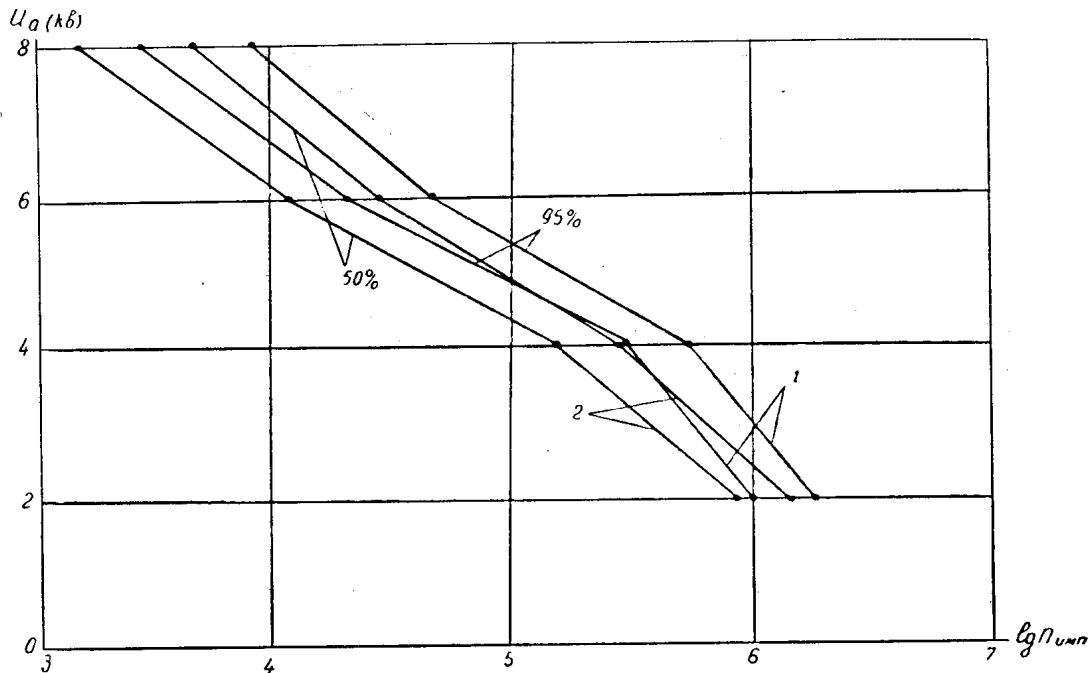


Рис. 2. Зависимость $lgn_{\text{имп}}$ от длительности фронта импульсного напряжения для 50 и 95% вероятности выхода образцов: 1 — длина фронта 3 мксек, 2 — 2 мксек

ны с 3 мксек до 2 мксек приводит к снижению импульсной стойкости во всем диапазоне величин действующих напряжений. Следовательно, долговечность обмоток электромашин и аппаратов будет в значительной степени определяться не только амплитудой возникающих перенапряже-

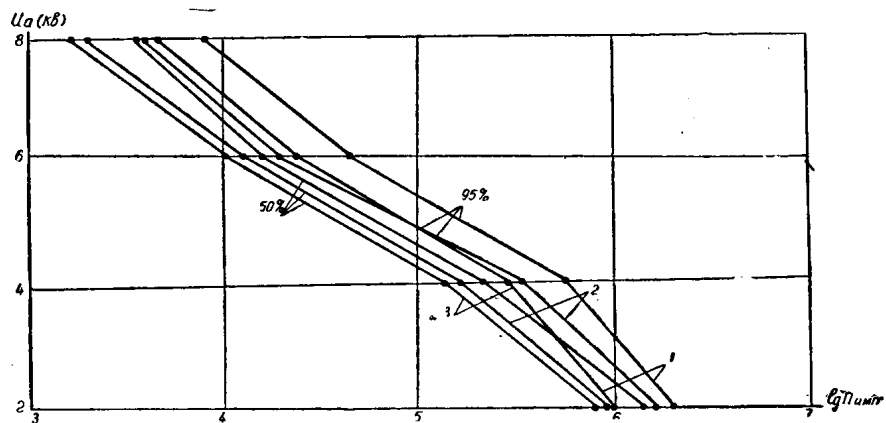


Рис. 3. Влияние температуры на импульсную стойкость эмалистой изоляции: 1 — температура 20°C, 2 — температура 50°C, 3 — температура 100°C

ний, но и спектром форм и, вероятно, частот следования импульсов. Это положение следует учитывать при расчете надежности электрических машин.

При эксплуатации электрических машин температура обмоток во многих случаях ниже длительно допустимых для данного класса изоляции. В связи с этим для изучения влияния температуры на импульсную стойкость испытания проводились при 20, 50 и 100° С. Результаты испытания представлены на рис. 3. Таким образом, увеличение температуры с 20 до 100° С вызывает снижение импульсной стойкости изоляции.

Математическая обработка результатов испытаний позволила установить, что характер распределения выхода образцов при многоимпульсном воздействии описывается законом Вейбулла. Проверка согласия экспериментального распределения с теоретическим проводилась по вероятностным бумагам и критерию Колмогорова [3, 4].

Выводы

1. С увеличением амплитуды импульса уменьшается импульсная стойкость эмалевой изоляции.
2. Увеличение температуры так же, как и уменьшение длительности фронта волны, сопровождается уменьшением импульсной стойкости.
3. Характер распределения выхода образцов из строя при многоимпульсном воздействии подчиняется закону Вейбулла.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. А. Козырев. Изоляция электрических машин и методы ее испытания. «Энергия», 1962.
 2. С. Н. Койков, А. Н. Цикин. Электрическое старение твердых диэлектриков. «Энергия», 1968.
 3. А. К. Митропольский. Техника статистических вычислений. «Наука», 1971.
 4. Я. Б. Шор. Статистические методы анализа и контроля качества надежности. «Советское радио», 1962.
-