

УДК 621.315.61  
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОТКАЗА ПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

В. В. КИСЕЛЕВИЧ

Научный руководитель Я. О. ШАБЛОВСКИЙ, канд. физ.-мат. наук, доц.  
Учреждение образования  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. П. О. Сухого»  
Гомель, Беларусь

При описании износа и старения полимерной электрической изоляции (ПЭИ) широко применяется распределение Вейбулла-Гнеденко. Однако с его помощью возможно описание лишь отдельных периодов эксплуатации ПЭИ (приработка, нормальная эксплуатация и окончательный износ), причём период нормальной эксплуатации имеет постоянную во времени интенсивность отказов, что, вообще говоря, неестественно. Для проведения анализа надёжности работы ПЭИ на более длительном временном интервале применяют метод суперпозиции единичных законов распределения, следствием чего, в большинстве случаев, является необоснованное увеличение числа варьируемых параметров получаемого при этом составного распределения. Разработана математическая модель отказа ПЭИ, позволяющая проводить корректное аналитическое описание надёжности ее работы на протяжении всех периодов эксплуатации. Модель основана на суперпозиции равномерного и экспоненциального распределений.

Общее выражение для функции интенсивности отказов ПЭИ, полученное в рамках указанной модели, имеет вид:

$$F(t) = [c_w + (1 - c_w)\bar{t}_E t_0^{-1} e^{-t/t_0}] \cdot [\bar{t}_E (1 + (1 - c_w)(e^{-t/t_0} - 1)) - c_w t]^{-1}, \quad (1)$$

где  $c_w$  – нормирующий множитель, определяющий долевым вклад равномерного распределения;  $\bar{t}_E$  – время эксплуатации, по истечении которого наступает отказ ПЭИ;  $t_0$  – математическое ожидание внезапного отказа ПЭИ;  $t$  – текущий момент времени.

Равномерное распределение описывает постепенное ухудшение свойств ПЭИ со временем (постепенный отказ), обусловленное её естественным (эксплуатационным) износом. В зависимости от условий эксплуатации факторами, инициирующими развитие постепенного отказа ПЭИ, могут выступать как отдельные виды разрушающих воздействий (тепловое, электрическое, механическое, атмосферное и др.), так и всевозможные их комбинации. Экспоненциальное распределение характеризуется наличием эффекта "нестарения" и описывает скачкообразное ухудшение свойств ПЭИ во времени (внезапный отказ), обусловленное резким воздействием деструктивных факторов значительной величины.

Полученное соотношение (1) позволяет моделировать реальные отказы эксплуатируемой ПЭИ.