

УДК 621.315.616

Д.А.Андреев (4 курс, каф. ЭИКиК), В.В.Старовойтенков, к.т.н., доц.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ЦЕНЗУРИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СЛЮДОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

При оценке и анализе надежности современных типов изоляции высоковольтных электрических машин важное место отводится количественным методам определения показателей надежности диэлектрических материалов. В частности, обязательным является определение их длительной электрической прочности при ускоренных испытаниях при повышенных, по сравнению с рабочим, испытательных напряжениях.

Целью настоящей работы являлось изучение методов оценки длительной электрической прочности новых типов слюдосодержащих материалов и оценка точности методов цензурирования, предлагаемых для проведения этих исследований. Исследуемые слюдосодержащие материалы (производства АО «Элинар») представляли собой слоистые композиции, изготовленные из слюдопластовых бумаг (СПМ), и композиции, включающие в себя кроме слюдопластовых бумаг, полиэтилентерефталатные пленки: специально обработанную (СПМ-II-30А) и обычную (СПМ-II-30). Методы оценки показателей надежности изоляционных материалов носят статистический характер, их проведение требует значительного времени (даже при относительно небольшом объеме выборки), а статистическая обработка заключается в расчете количественных оценок моментов выбранных распределений (обычно Вейбулла) при наглядном представлении результатов эксперимента на графике соответствующей вероятностной бумаги.

Сокращение продолжительности наблюдений для исследуемых образцов при ресурсных испытаниях возможно при использовании так называемых цензурированных выборок, для которых классические методы оценки, использующие полные выборки, неприменимы. Для определения моментов распределения цензурированных выборок нами использовался метод точечных оценок, а при графическом представлении — метод максимального правдоподобия. Оценка моментов полных и цензурированных распределений наработок до отказа исследованных слюдосодержащих материалов проводилась с помощью РС с использованием программы Weibull++. Для проверки точности оценки моментов цензурированных (усеченных) распределений (по плану $[N, U, r]$) осуществлялась статистическая обработка искусственно усеченных выборок. Для этой цели мы последовательно исследовали все более и более искусственно урезанные выборки ($r=1-N/2$), чтобы проследить за изменением количественных оценок параметров исходного полного (N) распределения. Ресурсные испытания слюдосодержащих материалов проводились при напряженности электрического поля 26 кВ/мм при комнатной и повышенной (160°C) температурах.

Для искусственно усеченных выборок всех исследованных материалов расчетные значения оценок моментов распределений соответствуют (в пределах точности эксперимента)

значениям оценок моментов полных выборок, а графики эмпирических функций усеченных выборок располагаются в пределах доверительных границ (при уровне значимости 95%) графиков полных распределений. В частности, для композиции СПМ-II-30А при электрическом старении при комнатной температуре для полной выборки ($N=14$ образцов) оценки моментов распределения составляют: $\tau_{63\%} = 1,69 \cdot 10^5$ с, $\beta = 1,52$, а для искусственно усеченных выборок ($r=1 \dots 7$) располагаются в пределах: $\tau_{63\%} = (1,21 \dots 1,77) \cdot 10^5$ с, $\beta=1,36 \dots 2,14$.

Таким образом, установлена возможность использования методов цензурирования (по плану $[N,U,r]$) при проведении ресурсных испытаний слюдосодержащих композиций для изоляции высоковольтных электрических машин.