

Ю.Ю. ХМЕЛЕНКО, Г.Н. СЕРДЮКОВА, канд. техн. наук, доцент,
А.А. ЗАГАЙНОВА

Исследование статистической связи между показателями изоляции вводов силовых трансформаторов

В настоящее время вопросам исследования статистической связи между показателями качества масла трансформаторов посвящено достаточное количество публикаций [1–2].

Целью работы является исследование статистических связей между показателями диэлектрических характеристик внутренней изоляции конденсаторного типа вводов силовых трансформаторов.

Для оценки статистической связи между двумя случайными величинами используется значение коэффициента парной корреляции. Информацию о нелинейной связи между случайными величинами можно получить, используя значения эмпирического корреляционного отношения.

Результаты исследования стохастической связи между показателями диэлектрических характеристик внутренней изоляции конденсаторного типа вводов силовых трансформаторов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты исследования стохастической связи

| Показатели диэлектрических характеристик вводов силовых трансформаторов | n | Значения коэффициента парной корреляции, нижней и верхней границ доверительного интервала, критическое значение коэффициента парной корреляции, наблюдаемое значение T - критерия, критическое значение T - критерия | | | | | |
|---|-----|--|---------|---------|----------------------|-----------------------|-------------------|
| | | r_n | ρ | r_v | $\rho_{\text{крит}}$ | $T_{\text{критерий}}$ | |
| | | | | | | $T_{\text{наб}}$ | $T_{\text{крит}}$ |
| $\text{tg}\delta_1 - C_1$ | 599 | 0,0324 | 0,1122 | 0,1906 | 0,195 | 2,760 | 1,6479 |
| $\text{tg}\delta_1 - \text{tg}\delta_3$ | 599 | 0,4824 | 0,5416 | 0,5959 | 0,195 | 15,744 | 1,6479 |
| $\text{tg}\delta_1 - C_3$ | 599 | -0,1555 | -0,0763 | 0,0037 | 0,195 | 1,871 | 1,6479 |
| $\text{tg}\delta_1 - R_{\text{ИЗМ}}$ | 599 | 0,0163 | 0,0963 | 0,1751 | 0,195 | 2,364 | 1,6479 |
| $C_1 - \text{tg}\delta_3$ | 599 | 0,0871 | 0,1661 | 0,2430 | 0,195 | 4,116 | 1,6479 |
| $C_1 - C_3$ | 599 | -0,202 | -0,1239 | -0,0442 | 0,195 | 3,051 | 1,6479 |
| $C_1 - R_{\text{ИЗМ}}$ | 599 | -0,2871 | -0,2119 | -0,1341 | 0,195 | 5,298 | 1,6479 |
| $\text{tg}\delta_3 - C_3$ | 599 | -0,2387 | -0,1616 | -0,0826 | 0,195 | 4,003 | 1,6479 |
| $\text{tg}\delta_3 - R_{\text{ИЗМ}}$ | 599 | -0,1462 | -0,0668 | 0,0133 | 0,195 | 1,637 | 1,6479 |
| $C_3 - R_{\text{ИЗМ}}$ | 599 | -0,1255 | -0,0458 | 0,0343 | 0,195 | 1,121 | 1,6479 |

Как видно из таблицы наиболее коррелированы между собой оказались показатели, которые характеризуют диэлектрические потери основной изоляции $\operatorname{tg}\delta_1$ и изоляции наружных слоёв остова ввода относительно соединительной втулки $\operatorname{tg}\delta_3$. Так как $\rho > \rho_{\text{крит}}$ для этих показателей, то есть основания считать, что имеется тесная линейная связь между параметрами. В меньшей степени между собой коррелированы $\operatorname{tg}\delta_3 - C_3$. Не выявлено значимой связи между $\operatorname{tg}\delta_1 - C_1$, $\operatorname{tg}\delta_1 - C_3$, $\operatorname{tg}\delta_1 - R_{\text{изм}}$. Это свидетельствует о том, что изменение тангенса угла диэлектрических потерь основной изоляции ввода в большей степени обусловлено процессами ионизационного старения и термической деструкции. Следует также обратить внимание на отсутствие значимой связи между $C_1 - \operatorname{tg}\delta_3$, $C_1 - C_3$, $\operatorname{tg}\delta_3 - R_{\text{изм}}$, $C_3 - R_{\text{изм}}$. Так как для этих показателей $\rho < \rho_{\text{крит}}$, то нет оснований считать, что имеется тесная линейная связь между параметрами. Выявлено также практически полное отсутствие связи между $\operatorname{tg}\delta_3 - R_{\text{изм}}$, $C_3 - R_{\text{изм}}$.

Впервые выполнен анализ как линейной, так и нелинейной связи между показателями диэлектрических характеристик внутренней изоляции конденсаторного типа вводов силовых трансформаторов, которые контролируются в процессе эксплуатации.

Статистические связи выявлены только между теми показателями, которые характеризуют один и тот же процесс старения изоляции.

Полученные результаты позволяют оптимизировать математические модели принятия решений при оценке состояния высоковольтных вводов за счет учета наличия связей между показателями диэлектрических характеристик внутренней изоляции вводов силовых трансформаторов.

Выявленные связи позволяют синтезировать оптимальные математические модели для прогнозирования значений показателей диэлектрических характеристик вводов силовых трансформаторов, а, следовательно, и их остаточного ресурса.

Список литературы:

1. Повышение эффективности профилактических испытаний высоковольтных вводов / Соколов В.В., Ванин Б.В., Носулько Д.Р., Назаров А.И. // Электрические станции. 1989.– № 11 С. 83-92.
2. Валиуллина Д. М., Гарифуллин М.Ш., Козлов В.К. Перспективные методы в диагностике состояния маслонаполненного оборудования // Тезисы докладов IX Международного симпозиума «Электротехника 2030. Перспективные технологии электроэнергетики» М.: – ТРАВЭК, 2007 г. – доклад 4.07.
3. Шутенко О.В. Комплексный корреляционный анализ показателей качества трансформаторного масла // Вісник НТУ «ХПІ». Харків: НТУ «ХПІ». 2008.– №45. С. 156 – 167.