

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПОВЫШЕННЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ

проф. В.Е. Пустоваров, к.т.н. Ю.А. Ясинский, Т.А. Писаренко

*В статье изложена сущность метода оценки профилактических испытаний повышенным напряжением и рассмотрена возможность оценки профилактических испытаний изоляции электрооборудования с использованием графоаналитического метода.*

**Постановка проблемы.** В процессе эксплуатации изоляция электрооборудования претерпевает необратимые изменения за счет одновременного действия на нее нескольких видов эксплуатационных нагрузок (электрическое поле, тепло, механические воздействия). Электрическое поле в значительной мере проявляет себя в высоковольтном электрооборудовании, поэтому оценка эффективности профилактических испытаний является необходимым условием повышения их качества.

**Анализ публикаций.** Влияние эксплуатационных нагрузок на изоляцию можно оценивать по нескольким параметрам и характеристикам изоляции [1 – 5].

На наш взгляд в качестве такого параметра изоляции целесообразно принимать кратковременное пробивное напряжение изоляции  $U_{пр}$ . Это связано с тем, что изменение параметра  $U_{пр}$  отражает работоспособность изоляции электрооборудования в большей мере, чем другие параметры (например, сопротивление изоляции). Параметр  $U_{пр}$  выявляет все слабые места в изоляции и характеризует напрямую уровень её электрической прочности, чего нельзя получить при анализе других параметров и характеристик изоляции непосредственно по результатам их измерения.

Именно поэтому профилактические испытания изоляции высоковольтного электрооборудования повышенным напряжением представляют значительную ценность при анализе работоспособности изоляции.

Безотказная работа изоляции высоковольтного оборудования может быть оценена несколькими методами [1 – 5]:

– по анализу данных эксплуатации (по отказам изоляции), или

изменению её свойств;

- по результатам оценочных и циклических испытаний изоляции;
- расчетными методами.

Применительно к оценке работоспособности изоляции по результатам проводимых профилактических испытаний наиболее подходящим является расчетный метод [1, 2]. Этот метод позволяет оценить эффективность профилактических испытаний изоляции повышенным напряжением при заданных (либо изменяющихся) их параметрах.

**Цель статьи** – изложить сущность метода оценки профилактических испытаний повышенным напряжением.

Эффективность профилактических испытаний целесообразно оценивать по вероятному числу пробоев  $N_{\text{прб}}$ , которое будет изменяться при изменении параметров профилактических испытаний [1].

В условиях эксплуатации постоянно действующими нагрузками на изоляцию высоковольтного электрооборудования являются:

- рабочее напряжение  $U_{\text{раб}}$ ;
- температура  $^{\circ}\text{C}$ ;
- механические вибрации.

Суммарный эффект действия этих постоянно действующих нагрузок можно оценивать по “кривым эффекта” изоляции,  $P(U)$ , в которых они отражены в наиболее полной форме [1, 2].

Помимо перечисленных постоянно действующих в эксплуатации нагрузок на изоляцию электрооборудования эпизодически воздействуют перенапряжения [2, 4, 5]. Их действие можно учесть с помощью “кривой плотности распределения величин перенапряжений”  $\varphi(U_{\text{пер}})$  [1].

Для каждого типа электрооборудования вероятное (расчетное) число пробоев изоляции  $N_{\text{прб}}$  в течение заданного периода времени (например, года) определится следующим образом:

$$N_{\text{прб}} = M_{\text{пер.Г}} \int_{U_p}^{\infty} \varphi(U_{\text{пер}}) P(U) dU, \quad (1)$$

где  $M_{\text{пер.Г}}$  – общее число перенапряжений за год;  $U_p$  – рабочее напряжение изоляции, кВ.

При оценке эффективности профилактических испытаний изоляции в выражении (1) “кривая плотности распределения величин перенапряжений”  $\varphi(U_{\text{пер}})$  остается без изменений, если в течение нескольких лет средства защиты электрооборудования от перенапряжений остаются без изменений.

“Кривая эффекта”  $P(U)$  для изоляции испытанного электрооборудования изменяется в зависимости от величин испытательного напряжения при профилактических испытаниях. Вышесказанное проиллюстрировано на рис. 1.

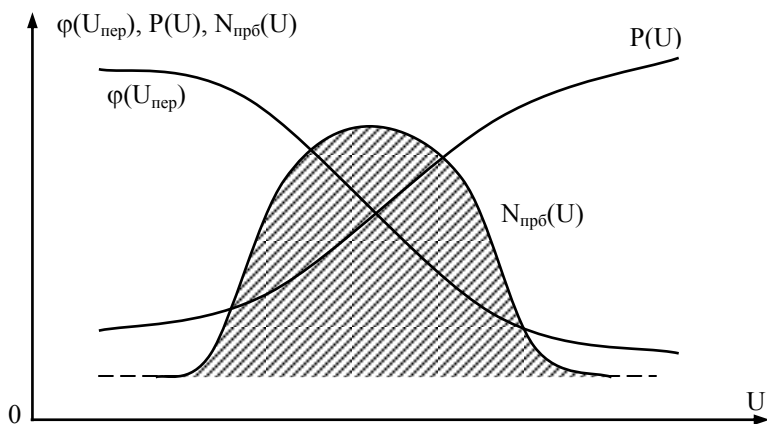


Рис. 1. Определение вероятного числа пробоев изоляции  $N_{прб}(U)$  графо-аналитическим способом

Кривая  $N_{прб}(U)$  по рис. 1 строится по данным “кривой эффекта”  $P(U)$  и “кривой плотности распределения величин перенапряжений”  $\varphi(U_{пер})$  по формуле (1).

**Вывод.** В зависимости от условий проведения профилактических испытаний “кривая эффекта”  $P(U)$  будет претерпевать изменение, а, следовательно, и кривая  $N_{прб}(U)$  тоже будет изменяться. Соответственно будет изменяться и заштрихованная область на рис. 1, которая отражает количественное значение  $N_{прб}$  за заданный период времени.

По изменению значения  $N_{прб}$  можно судить об эффективности профилактических испытаний изоляции повышенным напряжением — с уменьшением  $N_{прб}$  их эффективность возрастает.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Козырев Н.А., Сизонов А.У., Ясинский Ю.А. Испытание изоляции обмоток высоковольтных электрических машин высокочастотными затухающими импульсами напряжения / В кн.: Электрические машины и аппараты. — Чебоксары: ЧГУ им. И.Н. Ульянова, 1975. — Вып. 4. — С. 21 — 26.

2. Кулаковский В.Б. Профилактические испытания и дефекты изоляции крупных электрических машин. – М.: Энергия, 1970. – 184 с.
3. Глазков Ю.А., Ясинский Ю.А. Высокочастотный импульсный метод профилактических испытаний изоляции статорных обмоток электрических машин / В сб.: Вопросы старения изоляции крупных электрических машин и способы её профилактического обслуживания. – М.: Союзтехэнерго, 1979. – С. 170 – 172.
4. Ермолин Н.П., Жерихин И.П. Надежность электрических машин. – Л.: Энергия, 1976. – 248 с.
5. Внутренние перенапряжения в электрических сетях высокого напряжения переменного тока. Итоги науки и техники. – М.: АН СССР, 1964. – 242 с.

Поступила 30.07.2004

**ПУСТОВАРОВ Владимир Евгеньевич**, канд. техн. наук, профессор, профессор Украинской инженерно-педагогической академии. В 1961 году окончил Харьковское высшее авиационно-инженерное военное училище. Область научных интересов – радиоэлектроника и электроэнергетика.

**ЯСИНСКИЙ Юрий Афанасьевич**, канд. техн. наук, доцент профессор Украинской инженерно-педагогической академии. В 1964 году окончил Харьковский политехнический институт. Область научных интересов – высоковольтные испытания изоляции электрооборудования.

**ПИСАРЕНКО Татьяна Александровна**, аспирант Украинской инженерно-педагогической академии. В 2002 году закончила магистратуру УИПА. Область научных интересов – электроэнергетика, вопросы надежности оборудования.

---