

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ НАДЕЖНОСТЬ ТАРЕЛЬЧАТЫХ ФАРФОРОВЫХ ИЗОЛЯТОРОВ В КОНТАКТНОЙ СЕТИ. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА

Наведена методика оцінки надійності фарфорових ізоляторів.

Приведена методика оценки надежности фарфоровых изоляторов.

The method of estimation of reliability of porcelain insulators is described in the article.

В настоящее время, несмотря на все более широкое применение полимерных изолирующих конструкций, в контактной сети переменного (~27,5 кВ) и постоянного (-3,3 кВ) тока находится в эксплуатации большое количество (порядка нескольких миллионов штук) фарфоровых тарельчатых изоляторов. Причем следует отметить, что основная масса изоляторов (более 70 %) работают длительное время и к настоящему моменту либо уже выработали нормированный срок службы (25 лет), либо близки к окончанию этого срока. В этой связи проблема оценки фактического состояния изоляторов и прогнозирования их остаточного ресурса является актуальной.

Для тарельчатых фарфоровых изоляторов, как и для большинства невосстанавливаемых технических объектов, в качестве одного из основных оценочных показателей их эксплуатационной надежности целесообразно использовать среднегодовой уровень (интенсивность) отказов, отн. ед./год,

$$q = \frac{n}{N \cdot t},$$

где n – количество отказавших (электрически или механически поврежденных) изоляторов, шт.; N – общее количество проверенных изоляторов, шт.; t – период контроля, лет.

Поэтому оценка показателей эксплуатационной надежности изоляторов должна базироваться на результатах дефектировок изоляции, проведение которых регламентируется нормативными и руководящими документами, в частности, «Правилами технического обслуживания и ремонта контактной сети» («ПТОРКС»).

Анализ надежности изоляции контактной сети, проведенный государственным предприятием «Научно-исследовательский институт высоких

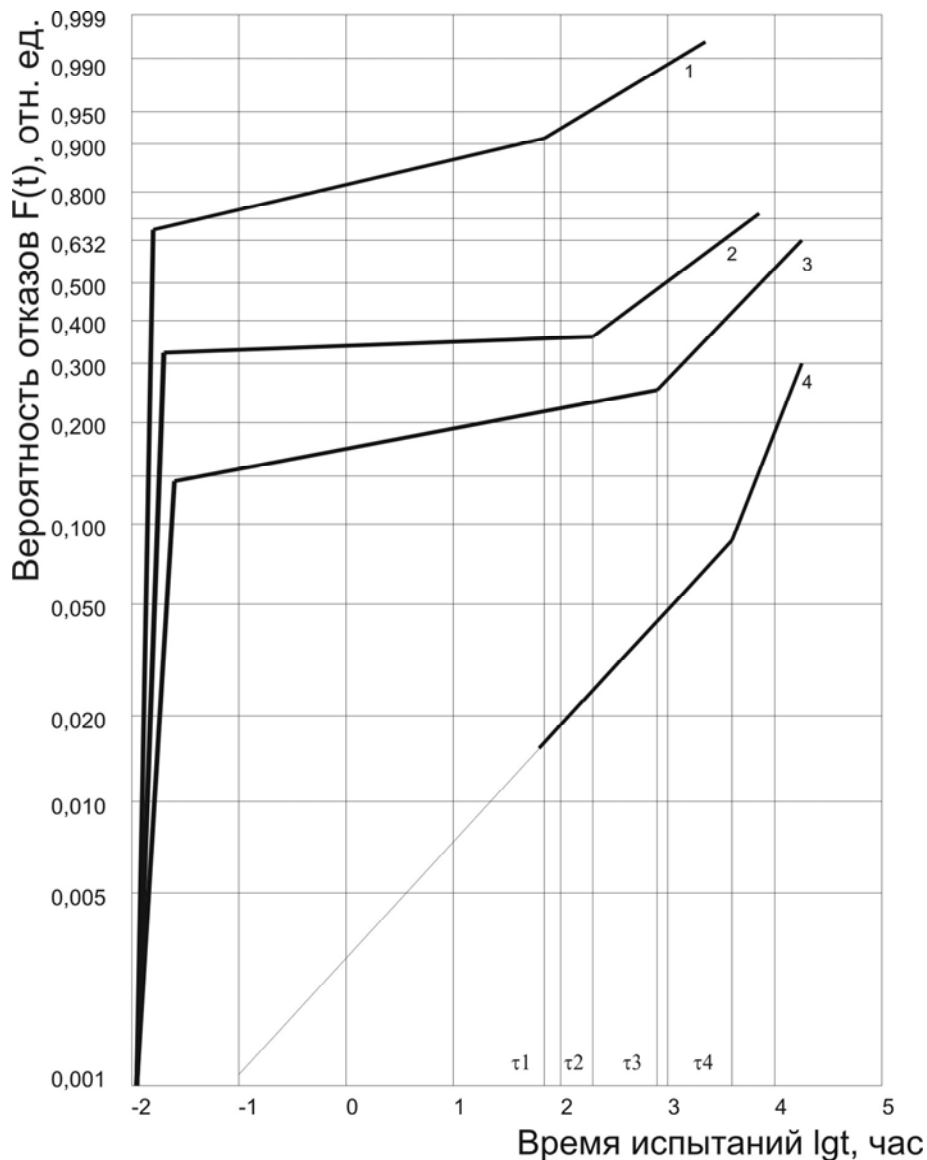
напряжений» (ГП НИИВН) по результатам обследования и сбора статистических данных практически на всех железных дорогах бывшего СССР показал, что среднее значение интенсивности отказов изоляторов значительно превышает нормированные показатели и составляет для сети постоянного тока $6,8 \cdot 10^{-3}$ отн. ед./год, переменного – $9,6 \cdot 10^{-3}$ отн. ед./год. Доля отключений контактных сетей по причине отказов изоляторов составляет 10...25 %, что значительно больше, чем на ВЛ 35 кВ.

Как показывает многолетний опыт эксплуатации стеклянных и фарфоровых изоляторов различных типов, работающих на воздушных линиях электропередачи и в контактных сетях железных дорог, поток их отказов является функцией времени и подчиняется определенным статистическим законам. Как правило, срок эксплуатации изоляторов можно разделить на три характерных периода, составляющих «кривую жизни» (рис. 1).

Вначале наблюдается период приработки, характеризуемый высокой интенсивностью потока отказов, обусловленной отбраковкой «слабых» изоляторов, изначально имеющих скрытые дефекты. Затем наступает период нормальной работы, когда уровень отказов низкий, либо повреждений изоляторов вообще не отмечается, за ним наступает период износных процессов, во время которого поток отказов постоянно увеличивается по причине «усталости» материала.

Длительность указанных периодов, а также интенсивность отказов изоляторов в каждом из них зависят как от прочностных характеристик изоляторов, так и от величин эксплуатационных нагрузок.

В эксплуатации особый интерес представляет прогнозирование наступления износных процессов.



1 - $P=0.9 P_{\text{факт.}}$; 2 - $P=0.8 P_{\text{факт.}}$;
 3 - $P=0.7 P_{\text{факт.}}$; 4 - $P=0.6 P_{\text{факт.}}$.

Рис. 1. Зависимости вероятности отказов изоляторов от времени испытаний при различных нагрузках P

В ГП «НИИВН» разработана и опробована методика ускоренных испытаний изоляторов на надежность, основанная на функциональной зависимости интенсивности отказов от соотношения «нагрузка – прочность»

$$K = S_{\text{экспл}} / P_{\text{факт.}}$$

где $S_{\text{экспл}}$ – среднее значение эксплуатационной нагрузки на изоляторы, кН; $P_{\text{факт.}}$ – фактическое среднее значение механической прочности изоляторов, кН.

Суть методики заключается в следующем: демонтированные однотипные изоляторы разделяются на пять выборок (не менее 20 шт. в каждой). Изоляторы первой выборки испытываются механической разрушающей силой для

определения фактической механической прочности изоляторов $P_{\text{факт.}}$.

Изоляторы остальных выборок испытываются длительно приложенной механической силой на стенде длительных испытаний. Значение силы составляет для каждой гирлянды соответственно $0,9P_{\text{факт.}}$, $0,8P_{\text{факт.}}$, $0,7P_{\text{факт.}}$, $0,6P_{\text{факт.}}$.

В процессе испытаний для каждой гирлянды строится «кривая жизни» (см. рис. 1). По характерным изломам кривых определяется время до начала износных процессов, являющееся прогнозируемым сроком службы (остаточным ресурсом) изоляторов. Данные эксплуатационных и ускоренных испытаний хорошо аппроксимируются одной зависимостью (рис. 2).

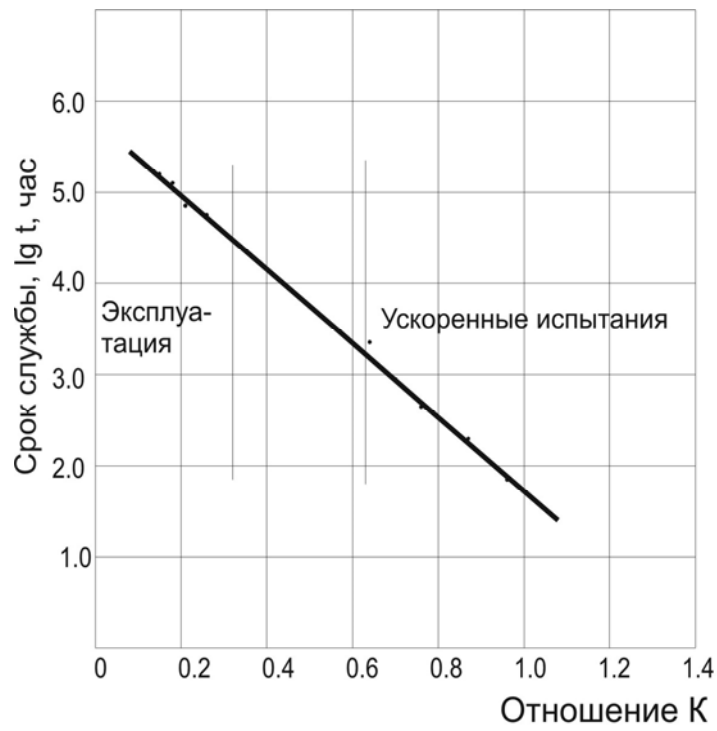


Рис. 2. Зависимости срока службы изоляторов от отношения K

Идентичность законов вероятности отказов изоляторов при форсированном и эксплуатационном режимах подтверждает обоснованность предложенной методики, которая окажется по-

лезной в эксплуатации при обосновании планов проведения ремонтных работ.

Поступила в редколлегию 26.04.2006.