

Формула для него имеет вид

$$R(t) = R_{\text{нач}}(t) R_o(t) R_{\text{из}}(t) ,$$

где  $R_{\text{нач}}(t) = \alpha$ ;  $R_o(t) = e^{-\lambda_o t}$ ;  $\lambda_o = \text{const}$  .

Если вычисленное значение  $R(t)$  получится ниже заданного уровня надежности, то следует выключатель вывести во внеочередной ремонт, после которого его располагаемый ресурс восстановится до  $n = N$  .

Резюме. Кроме общепринятой модели экспоненциального закона надежности весьма плодотворными в энергетике являются модель отказов с равномерным износом и модель отказов по износу при неравномерной сработке ресурса. Они позволяют прогнозировать надежность выключателей, установленных на конкретных присоединениях в различных условиях эксплуатации.

#### Л и т е р а т у р а

1. Окорочков В.Р. Надежность производственных систем. Л., 1972. 2. Гук Ю.Б., Казак М.А., Мясников А.В. Теория и расчет надежности систем электроснабжения. М., 1970. 3. Гук Ю.Б., Зейлидзон Е.Д., Манов Н.А. О применении основных понятий и критериев теории надежности в релейной защите. - Электрические станции, 1967, № 8.

УДК 621.316

М.И. Травянский

#### ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ 6 кВ

Количество трансформаторных подстанций (ТП) городской электрической сети непрерывно возрастает. Ежегодно примерно шестая часть ТП подвергается капитальному ремонту, четвертая - текущему. Кроме того, в межремонтный период возможны аварийные ремонты того или иного оборудования ТП. Некоторые виды оборудования ТП ремонтируются в сроки, соответствующие их физическому износу. В условиях эксплуатации важно предвидеть количество возможных аварийных отключений того или иного оборудования, оценить значения удельной повреждаемости отдельных элементов сети, найти

средние значения наработки на отказ того оборудования, ремонт которого производится по мере необходимости. Знание вероятностных характеристик надежности работы позволит обеспечить качественное текущее и перспективное планирование ремонтов и их материальное обеспечение. Трансформаторные подстанции городской сети состоят из  $n_{ij}$  видов оборудования. Здесь  $i = 1, 2, \dots, N$  - количество групп оборудования  $j$ -го вида ( $j = 1, 2, \dots, M$ ). Например, силовые трансформаторы ( $j$ -й вид) можно группировать в  $i$  групп по их номинальной мощности.

В дальнейшем мы будем рассматривать группы оборудования в пределах одного вида.

Вероятность аварийного простоя оборудования в течение года [1]

$$q_i^{ав} = \frac{t_{авi}}{8760} = \frac{\lambda_i \bar{t}_{авi}}{8760}, \quad (1)$$

где  $t_{авi}$  - длительность производства аварийных ремонтов единицы  $i$ -го оборудования в течение года, ч;  $\lambda_i$  - удельная повреждаемость оборудования,  $\frac{\text{повр.}}{\text{ед.год}}$ ;  $\bar{t}_{авi}$  - среднее время производства одного аварийного ремонта, ч.

Значение  $\lambda_i$  определится как

$$\lambda_i = \frac{\alpha_i}{T n_i}, \quad (2)$$

где  $\alpha_i$  - количество аварий с оборудованием  $i$ -й группы;  $T$  - период наблюдения, лет.

Вероятность простоя оборудования в плановом ремонте

$$q_i^{пл} = \frac{t_{плi}}{8760}, \quad (3)$$

где  $t_{плi}$  - длительность плановых ремонтов единицы  $i$ -го оборудования в течение года, ч.

Удельная повреждаемость силовых трансформаторов ТП одного города (число трансформаторов 385, период наблюдения 10 лет), определяемая в соответствии с формулой (2), составила величину 0,066 повреждений/трансформатор, год. Средняя длительность аварийного ремонта в год на один трансформатор составляет 3,35 часа. Тогда вероятность аварийного простоя одного трансформатора в течение года

$$q_T^{ав} = 0,263 \cdot 10^{-3}$$

Вероятность простоя трансформаторов в плановом ремонте  
 $q_{\text{T}}^{\text{пл}} = 0,172 \cdot 10^{-2}$ .

Резюме. Определены количественные показатели надежности работы силовых трансформаторов 6 кВ городских электрических сетей.

### Л и т е р а т у р а

1. Мельников Н.А. Электрические сети и системы. М., 1969.

УДК 666.11.01.621.315

С.П. Р ж е в с к а я

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ МНОГОТИТАНОВЫХ СТЕКОЛ

Создание электротехнических приборов, которые обеспечили бы стабильность и воспроизводимость параметров, а также высокую надежность в работе, невозможно без детального изучения природы и механизма электрических явлений.

С целью установления зависимости между характером электропроводности и составом стекла измерено электрическое сопротивление многотитановых стекол, которые применяются для получения конденсаторных ситаллов. Электрическое сопротивление измерялось в диапазоне температур 250 - 600 °С. Исследованию подвергались стекла системы ВаО - SiO<sub>2</sub> - TiO<sub>2</sub> с содержанием двуокиси титана 25 - 50 мол. %. Стекла синтезированы в электрической печи.

Температурная зависимость удельной объемной проводимости подчиняется экспоненциальному закону  $\gamma = \gamma_0 \exp V/T$ , где  $\gamma_0$  и  $V$  - постоянные,  $T$  - абсолютная температура. В координатах  $\ln \gamma - \frac{1}{T}$  эта зависимость представляет

собой прямую. Энергия активации рассчитывалась по фор-

муле  $W = 0,86 \cdot 10^{-4} \frac{\ln \rho_1 - \ln \rho_2}{1/T_1 - 1/T_2}$ , где  $\rho_1$  и

$\rho_2$  - значения удельных объемных сопротивлений стекла при температурах  $T_1$  и  $T_2$  [1].

Как показали измерения (рис. 1), увеличение в стекле количества двуокиси титана за счет окиси бария приводит к