

А.М. АРАКЕЛЯН, Л.В. ЕГИАЗАРЯН, В.С. САФАРЯН

УЧЕТ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ГРАФИКА НАГРУЗКИ В РАСЧЕТЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Առաջարկվում են բնութագրական անհավասարաչափության գործակիցների գրավիչությունը հաշվարկելու բնութագրեր, որոնք օգտագործվում են տրոստատրոսիան եռափուլային էլեկտրաէներգիայի օգտագործման ժամանակահատվածում կներդրված էլեկտրաէներգիայի տրված ծավալի դեպքում էլեկտրաէներգիայի կորուստները հաշվարկելիս: Անհավասարաչափությունը գործակիցները որոշվում են բնութագրական օրերի եռույթը, բառ սեփական լիցք սրբանետքերի: Մի լիցք սեփական սրբանետքերի դեպքում տրված էն նշված գործակիցների մոտավոր հաշվարկի բնութագրերը:

Выведены формулы расчета коэффициентов неравномерности графиков нагрузок используемых в расчетах потерь электроэнергии в электрических трехфазных сетях промышленной частоты при заданном расходе электроэнергии в расчетный период. Коэффициенты неравномерности определяются строгим расчетом для характерных суток по полным параметрам режима. Для случаев неполных параметров режима даны формулы приближенного расчета упомянутых коэффициентов.

Библиогр.: 1 назв.

The formulas for load graph non-evenness calculation are deduced. They are used for calculating the electricity losses in three-phased networks by the given electricity consumption for the given period. Non-evenness coefficients are defined by a strict calculation for characteristic days with full regime parameters. Formulas are given for rough calculation of the above mentioned coefficients in non-full regimes.

Ref. 1

В распределительных электрических сетях напряжением 0,38...35 кВ основным источником информации являются приборы измерения электроэнергии на головных (питающих) фидерах и выходах трансформаторов, питаемых ими. Это позволяет определить среднюю электрическую мощность (соответствующий ток) за рассматриваемый период (как правило, месяц). Потери электроэнергии, рассчитанные этим током, являются теоретическим минимумом. Действительные потери значительно превышают их из-за неравномерности графиков нагрузок. Для учета этого обстоятельства широко используется идея коэффициента неравномерности графиков нагрузок характерных суток данного периода [1], значения которого распространяются на весь рассматриваемый период. Существенный рост стоимости электроэнергии привел к необходимости повышения точности определения коэффициента неравномерности с учетом резкого изменения режима потребления и состава электропотребителей.

Настоящая работа посвящена получению точных формул расчета коэффициента неравномерности - $K_{нр}$ и его составляющих, а также формул приближенного их расчета. Коэффициент неравномерности равен

$$K_{\text{уп}} = 3nU_{\text{ср}}^2 \frac{\sum_{i=1}^n (I_{A_i}^2 + I_{B_i}^2 + I_{C_i}^2 + FI_{N0_i}^2)}{\left(\sum_{i=1}^n P_i\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n Q_i\right)^2}, \quad (1)$$

$$U_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_{\text{фр}}, \quad U_{\text{фр}} = \frac{1}{3} (U_{A_i} + U_{B_i} + U_{C_i}),$$

где I_{A_i} , I_{B_i} , I_{C_i} , I_{N0_i} - токи в фазах А, В, С и нулевом проводе в i -ом отрезке времени измерения ступени графика нагрузки; P_i и Q_i - суммарная активная и реактивная мощности трех фаз в i -ом отрезке времени; U_{A_i} , U_{B_i} , U_{C_i} - напряжения фаз А, В, С в i -ом отрезке времени; n - число ступеней (отрезков времени) графика нагрузки; F - отношение сопротивления нулевого провода к фазному.

Коэффициент $K_{\text{уп}}$ достаточен для расчета потерь электроэнергии в сети. Однако для анализа причин, приводящих к неравномерности нагрузки, а следовательно к росту потерь электроэнергии, важную роль играет определение составляющих $K_{\text{уп}}$.

$$K_{\text{уп}} = K_1 K_2 K_3, \quad (2)$$

где K_1 , K_2 , K_3 - коэффициенты, учитывающие переменность во времени графика трехфазной симметрично представляемой нагрузки, различия средних значений несимметричной нагрузки при представлении одинаковыми формы графиков нагрузок отдельных фаз, отличия форм графиков нагрузок отдельных фаз от графика трехфазной симметрично представляемой нагрузки.

Формулы расчета K_1 , K_2 , K_3 имеют вид

$$K_1 = nU_{\text{ср}}^2 \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_i^2 + Q_i^2}{U_{\text{фр}}^2}}{\left(\sum_{i=1}^n P_i\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n Q_i\right)^2}, \quad (3)$$

$$K_2 = 3n^2U_{\text{ср}}^2 \frac{(I_{A\text{ср}}^2 + I_{B\text{ср}}^2 + I_{C\text{ср}}^2 + FI_{N0\text{ср}}^2)}{\left(\sum_{i=1}^n P_i\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n Q_i\right)^2}, \quad (4)$$

$$I_{m\text{ср}} = \left| \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{I}_{m_i} \right|, \quad I_{N0\text{ср}} = \left| \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{I}_{N0_i} \right|, \quad (5)$$

где m - индекс фаз А, В, С.

Комплексные значения токов \bar{I}_{m_i} и \bar{I}_{N0_i} определяются формулами

$$\bar{I}_{\text{м}} = \frac{e^{-i\psi} - \sqrt{P_{\text{м}}^2 + Q_{\text{м}}^2}}{U_{\text{м}} e^{i\theta_{\text{м}}}} \quad (6)$$

$$I_{\text{N}} = \bar{I}_{\text{A}} + \bar{I}_{\text{B}} + \bar{I}_{\text{C}} \quad (7)$$

где $\theta_{\text{м}}$ и $\psi_{\text{м}}$ - углы между действительной осью и векторами $\bar{U}_{\text{м}} = U_{\text{м}} e^{i\theta_{\text{м}}}$ и $\bar{S}_{\text{м}} = e^{i\psi} \sqrt{P_{\text{м}}^2 + Q_{\text{м}}^2}$ на комплексной плоскости;

$$K_1 = \frac{K_{\text{м}}}{K_1 K_2} \quad (8)$$

Получены графики значительного числа нагрузок прибором NEM 1180. Прибор непрерывно измеряет режимные параметры $P_{\text{A}}, P_{\text{B}}, P_{\text{C}}, Q_{\text{A}}, Q_{\text{B}}, Q_{\text{C}}, U_{\text{A}}, U_{\text{B}}, U_{\text{C}}$ и $\cos \varphi_{\text{т}}$, усредняет их за заданный отрезок времени Δt (заданы 10 и 15 минут) и запоминает. Эти данные автоматически заносятся в память компьютера. Расчеты производятся программой, составленной по вышеприведенному алгоритму.

На практике в большинстве случаев нет возможности получения графиков нагрузки по мощностям и напряжениям. Приходится ограничиваться только графиками модулей токов нагрузок. Определение коэффициентов неравномерности по этим графикам вышеприведенными формулами требует принятия допущения

$$U_{\text{A}} = U_{\text{B}} = U_{\text{C}} \text{ и } \varphi_{\text{A}} = \varphi_{\text{B}} = \varphi_{\text{C}}.$$

При этом формулы расчета приобретают характер приближенности. В частности, рассчитываемые коэффициенты получаются несколько меньшими, чем действительные их значения, но имеют достаточную точность для решения практических задач. Формулы приближенного расчета следующие:

$$K'_{\text{м}} = 3n \frac{\sum_{i=1}^n (I_{\text{A}_i}^2 + I_{\text{B}_i}^2 + I_{\text{C}_i}^2 + FI_{\text{N}_i}^2)}{\left[\sum_{i=1}^n (I_{\text{A}_i} + I_{\text{B}_i} + I_{\text{C}_i}) \right]^2}, \quad K'_1 = n \frac{\sum_{i=1}^n (I_{\text{A}_i} + I_{\text{B}_i} + I_{\text{C}_i})^2}{\left[\sum_{i=1}^n (I_{\text{A}_i} + I_{\text{B}_i} + I_{\text{C}_i}) \right]^2}$$

$$K' = 3n \frac{(I_{\text{Acp}}^2 + I_{\text{Bcp}}^2 + I_{\text{Ccp}}^2 + FI_{\text{Ncp}}^2)}{\left[\sum_{i=1}^n (I_{\text{A}_i} + I_{\text{B}_i} + I_{\text{C}_i}) \right]^2}$$

где

$$I_{\text{мcp}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{\text{м}_i}, \quad I_{\text{Ncp}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{\text{N}_i}, \quad K'_1 = \frac{K'_{\text{м}}}{K'_1 K'_2}$$

Таким образом, в практических расчетах потерь электроэнергии в электрических сетях использование коэффициентов неравномерности обеспечивает достаточную точность результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 176 с.

Ин-т энергетики ГЗАО РА

07.08.1998

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. LI, № 2, 1999, с. 181-186.

УДК 621.3.013

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

М.А. КАРАПЕТЯН, В.А. ГРИГОРЯН, Л.О. КАРАХАНИЯН, В.В. ВАРДАНИЯН

ЯВЛЕНИЯ В МАСЛЕ, СОДЕРЖАЩЕМ ПУЗЫРЬКИ ГАЗА И КАПЕЛЬКИ ВОДЫ, ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Տաշվարկված են արանաֆորմատորային յուղում առկա գազային բջիջների և ջրի կաթիլների դեֆորմացիոն մեխանիկական ուժերը և էլեկտրական դաշտի լարվածությունները բջիջների և կաթիլների ներսում և յուղում՝ այդ ներսուսուսների նկատմամբ ստեղծված էլեկտրական դաշտի դեֆորմացիոն առավելագույնը է: Տաշվարկները կատարված են արտաքին հստակապես դաշտի դեֆորմացիոն հաշիվի անկեղծ բևեռացված և դեֆորմացիոն ներսուսուսների սեփական դաշտերի վախճանաբանությունը դիպոլային սեփարդակով, սալիբեր ծավալային կոնցենտրացիաների նկատմամբ:

Осуществлен расчет механических сил, деформирующих газовые пузырьки и капельки воды, содержащиеся в трансформаторном масле, а также расчет напряженностей электрического поля внутри пузырьков и капелек и в масле на границе с этими включениями в точке, где напряженность максимальна. Расчеты осуществлены при внешнем однородном поле с учетом дипольного взаимодействия собственных полей деформированных и поляризованных включений различной объемной концентрации.

Табл. 2. Библиогр.: 2 назв.

Mechanical force calculation deforming gas bubbles and water droplets containing in transformer oil is realized. Calculation of electric field intensity inside the bubbles and water droplets and oil on the border of these inclusions at the point where the intensity is maximum is studied as well. Calculations are realized in the external homogeneous field with dipole interaction of eigen fields for deformed and polarized inclusions of diverse volume concentration.

Tables 2. Ref. 2.

В процессе эксплуатации трансформаторов, масляных выключателей, кабельных муфт и т.д. трансформаторное масло или маслонафтофильный компаунд превращаются в полидисперсные системы с дисперсной фазой в виде пузырьков газа и капелек воды. В перечисленных электротехнических устройствах масло подвергается действию внешнего неоднородного поля, что вызывает перемещение включений масла по (капельки воды) и против (пузырьки газа) направления поля.