

Рис. 3. Совмещенные характеристики термической стойкости проводников и защитные характеристики плавких вставок предохранителей: 1 – защитная характеристика плавкой вставки предохранителей с номинальным током 63 А; 2 – характеристика термической стойкости проводников сечением 4 мм² с поливинилхлоридной изоляцией; 3 – защитная характеристика плавкой вставки предохранителей с номинальным током 80 А; 4 – характеристика термической стойкости проводников сечением 6 мм² с поливинилхлоридной изоляцией

Выводы

Для плавких предохранителей типа ППН применяемая методика выбора дает в некоторых случаях неприемлемо грубые результаты. Это обуславливает необходимость:

- расчета параметров защищаемого электрооборудования в различных режимах;
- использования при выборе аппаратов их защитных характеристик, а также характеристик термической стойкости защищаемого оборудования;
- учета диапазона возможных разбросов токов плавкой вставки и характеристик термической стойкости оборудования, возникающих в результате влияния окружающей среды, отклонения электротехнических параметров питающей сети и других факторов.

Литература

1. Чунихин А.А. Электрические аппараты: Общий курс. учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 720 с.
2. Кудрин Б.И., Прокопчик В.В. Электроснабжение промышленных предприятий. – Минск: Высшая школа, 1988. – 357 с.
3. Петрова В.С., Угоренко В.Д. Защита от сверхтоков электрических сетей напряжением до 1 кВ плавкими предохранителями // Актуальные проблемы энергетики: материалы докладов 62-й научн.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов / БНТУ. – Минск: БНТУ, 2006. – С. 119–122.

УДК 621.7

АНАЛИЗ СВАРОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА С НОРМАЛЬНЫМ МАГНИТНЫМ РАССЕЯНИЕМ СО ВСТРОЕННЫМ РЕГУЛЯТОРОМ

Лодова О.А.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор АНИЩЕНКО В.А.

Для ручной и в ряде случаев полуавтоматической и автоматической дуговой сварки под слоем флюса источники питания должны иметь круто падающую внешнюю (нагрузочную) характеристику. Ее можно получить с помощью предложенного В.П. Никитиным (1893–1956 гг.) сварочного трансформатора с нормальным магнитным рассеянием и дополнительной реактивной катушкой (дресселем), встроенной в общий

магнитопровод трансформатора. Обмотка реактивной катушки Π_r включена последовательно со вторичной обмоткой Π . В верхнем стержне магнитопровода имеется изменяющийся воздушный зазор δ , образующий вместе с размещенной на этом стержне реактивной обмоткой встроенный регулятор режима работы трансформатора (рисунок 1).

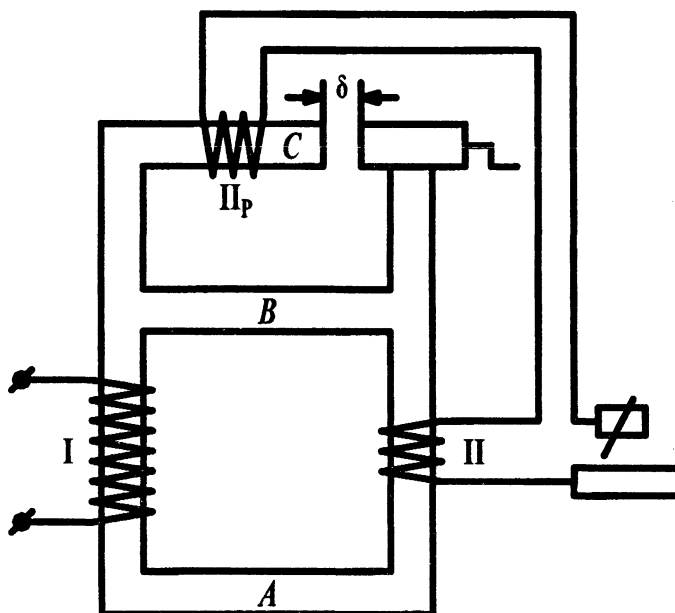


Рис. 1. Электромагнитная схема трансформатора

В режиме холостого хода магнитный поток трансформатора Φ создается только током первичной обмотки и разветвляется между средним и верхним стержнями магнитопровода:

$$\begin{aligned}\Phi_A &= \Phi; \\ \Phi_A &= \Phi_B + \Phi_C; \\ \Phi &= \Phi' + \Phi''; \\ \Phi_B &= \Phi''; \\ \Phi_C &= \Phi'.\end{aligned}$$

Вторичное напряжение трансформатора U_2 складывается из ЭДС обмоток Π_r и Π . При их согласном включении имеем:

$$U_2 = E_{\Pi} + E_{\Pi_r} = C_{\Pi}\Phi + C_{\Pi_r}\Phi', \quad (1)$$

где C_{Π} и C_{Π_r} – коэффициенты, зависящие от частоты первичного напряжения и чисел витков обмоток Π и Π_r .

В режиме нагрузки магнитный поток трансформатора создается токами как первичной, так и вторичной и реактивной обмоток. Поток Φ_p , создаваемый реактивной обмоткой, разветвляется между средним и нижним стержнями магнитопровода (рисунок 2).

Потоки в отдельных стержнях следующие:

$$\begin{aligned}\Phi_A &= \Phi - \Phi_p'; \\ \Phi_B &= \Phi'' + \Phi_p''; \\ \Phi_C &= \Phi' - \Phi_p.\end{aligned}$$

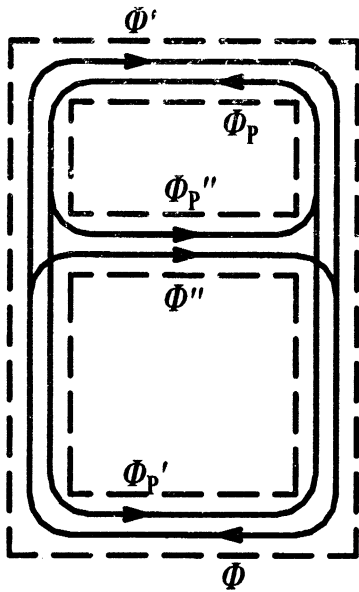


Рис. 2. Распределение магнитных потоков

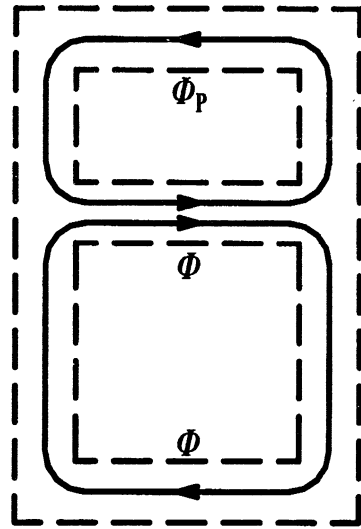


Рис. 3. Упрощенное распределение магнитных потоков

ЭДС в режиме нагрузки будут:

$$\begin{aligned} E_{II} &= C_{II}(\Phi - \Phi'_p), \\ E_{II_p} &= C_{II_p}(\Phi' - \Phi_p), \end{aligned} \quad (2)$$

а вторичное напряжение:

$$U_2 = C_{II}(\Phi - \Phi'_p) + C_{II_p}(\Phi' - \Phi_p).$$

Поскольку реактивная обмотка размещена на стержне с воздушным зазором, ее индуктивное сопротивление X_p намного больше индуктивного сопротивления вторичной обмотки и тем более активных сопротивлений обеих обмоток. С учетом этого внешняя характеристика трансформатора в символической форме приближенно имеет следующий вид [1]:

$$\dot{U}_d = \dot{U}_2 - \dot{I}_d X_p, \quad (3)$$

где U_d – напряжение на дуговом промежутке;

I_d – ток дуги.

У трансформаторов рассматриваемого типа воздушный зазор и сечения стержней достаточно велики, а путь прохождения потока Φ'_p в несколько раз превышает путь прохождения потока Φ_p'' . Поэтому для упрощения анализа работы трансформатора можно принять $\Phi'_p \approx 0$ и $\Phi_p' \approx 0$. Тогда получаем электромагнитную систему из двух практически независимых магнитных цепей (рисунок 3).

Вторичное напряжение в упрощенной форме исходя из уравнений (1) и (2) будет следующим:

$$U_2 \approx C_{II}\Phi + C_{II_p}\Phi_p.$$

С увеличением тока нагрузки возрастает поток реактивной обмотки Φ_p , что уменьшает U_2 . Одновременно растет падение напряжения в цепи. Это приводит к резкому снижению напряжения дуги при росте тока, то есть обеспечивает требуемую круто падающую нагрузочную характеристику (рисунок 4).

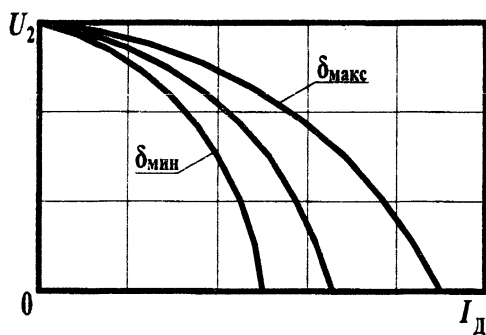


Рис. 4. Внешние характеристики трансформатора при различной величине воздушного зазора в сердечнике реактивной обмотки

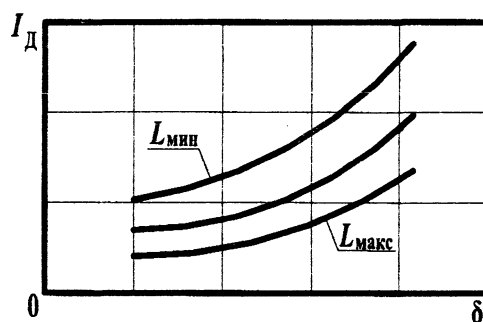


Рис. 5. Зависимость тока от воздушного зазора и длины дуги L

Регулирование сварочного тока осуществляется изменением воздушного зазора. С увеличением зазора растет магнитное сопротивление верхнего стержня $R_{\mu C}$ и соответственно снижается индуктивное сопротивление реактивной обмотки согласно уравнению:

$$X_p = \frac{\omega w_p^2}{R_{\mu C}},$$

где ω – частота первичного напряжения;
 w_p – число витков реактивной обмотки.

Из уравнения (3) следует:

$$I_d = \frac{\sqrt{U_2^2 - U_d^2}}{X_p}. \quad (4)$$

При увеличении зазора знаменатель выражения (4) уменьшается, а числитель существенно не изменяется, так как снижение U_2 компенсируется снижением U_d . Таким образом, для увеличения тока сварки необходимо увеличить воздушный зазор, и наоборот (рисунок 5).

Литература

1. Рабинович И.Я. Оборудование для дуговой электрической сварки. Источники питания дуги. – М.: Машгиз, 1958. – 380 с.

УДК 631.311

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛУЧАСОВОГО МАКСИМУМА НАГРУЗКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Белько В.В.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор АНИЩЕНКО В.А.

Заявляемый получасовой максимум активной нагрузки промышленного предприятия может быть определен вероятностным методом на основе анализа суточных графиков нагрузки по формуле [1]:

$$P_{\max} = P_{\text{ср}} + k\sigma,$$