

УДК 621.791.03

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ПРИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКЕ

А.Н. ВЕРШИНИН

Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им П.О.Сухого»

Гомель, Беларусь

Большую часть производственного времени как сварочных трансформаторов, так и выпрямителей, составляет режим холостого хода, т.е., такой режим, когда трансформатор или выпрямитель подключены к питающей сети, но сварка не производится. Ток холостого хода при этом, в зависимости от мощности сварочного аппарата или выпрямителя, составляет от 10 до 20 А. Ограничители напряжения холостого хода и раньше применялись при производстве сварочных работ в особо опасных условиях и условиях повышенной опасности. Это было обусловлено требованиями ГОСТ 12.2.007.8-75 “Устройства электросварочные и для плазменной обработки. Требования безопасности”. Однако они не нашли широкого распространения из-за применения в их конструкции электромагнитных контакторов в цепи сварочного тока, а также частых отказов при замыкании сварочной цепи. Кроме того, эти устройства (УСНТ) только снижали напряжение холостого хода, не отключая первичной обмотки трансформатора от сети. В результате потери мощности в режиме холостого хода не уменьшались.

В разработанных устройствах силовые полупроводниковые вентили (тиристоры, симисторы) включаются последовательно с первичной обмоткой трансформатора или сварочного выпрямителя. Такое схемное решение позволяет не только снизить напряжение холостого хода на сварочном электроде, но и уменьшить более чем в сто раз ток первичной обмотки. При этом снижаются потери мощности в стали и меди трансформатора, а также в подводящих линиях.

Рассчитаем, во сколько раз уменьшатся потери мощности в результате применения устройства на примере сварочного трансформатора ТДМ-503.

Ток холостого хода сварочного трансформатора, работающего без устройства, составляет

$$I_{10} = \frac{0,13 I_{2н}}{K} = \frac{0,13 \cdot 500}{4,75} = 13,68 , \quad (1)$$

где $I_{2н}$ – номинальный ток вторичной обмотки, А; K – коэффициент трансформации.

Потери мощности в меди первичной обмотки в режиме холостого хода

$$\Delta P_{MO} = I_{10}^2 R_1 = 13,68^2 \cdot 0,164 = 30,7 , \quad (2)$$

где R_1 – активное сопротивление первичной обмотки, Ом.

Потери мощности в меди первичной обмотки в номинальном режиме

$$\Delta P_{M1} = I_{1H}^2 R_1 = 105,3^2 \cdot 0,164 = 1817,2 \quad , \quad (3)$$

где I_{1H} – номинальный ток первичной обмотки, А.

Потери мощности в меди вторичной обмотки в номинальном режиме

$$\Delta P_{M2} = I_{2H}^2 R_2 = 500^2 \cdot 0,003 = 750 \quad , \quad (4)$$

где I_{2H} – номинальный ток вторичной обмотки, А; R_2 – активное сопротивление вторичной обмотки, Ом.

Полные потери мощности в трансформаторе при номинальном сварочном токе

$$\Delta P_{ном} = U_{1H} I_{1H} \cos \varphi_H (1 - \eta_H) = 380 \cdot 105,3 \cdot 0,56 \cdot (1 - 0,86) = 3137 \quad . \quad (5)$$

Мощность потерь в стали сварочного трансформатора

$$\Delta P_c = \Delta P_{ном} - \Delta P_{M1} - \Delta P_{M2} = 3137 - 1817,2 - 750 = 570 \quad (6)$$

Суммарная мощность потерь в сварочном трансформаторе без применения устройства

$$\Delta P_{xx} = \Delta P_{MO} + \Delta P_c = 30,7 + 570 = 600,7 \quad (7)$$

В случае применения устройства напряжение на первичной обмотке трансформатора падает до 57 В. Потери в стали при этом уменьшаются пропорционально квадрату первичного напряжения. Следовательно, потерями в стали можно пренебречь.

Снижение потерь мощности вследствие применения устройства будет равно суммарным потерям мощности в трансформаторе по (7)

$$P_{эм} = \Delta P_{xx} \quad . \quad (8)$$

Потерями мощности в подводящей линии после применения устройства тоже можно пренебречь. Снижение потерь мощности в подводящей линии после применения устройства можно принять равным 10 % от мощности, потребляемой трансформатором

$$P_{эл} = 0,1 P_H = 0,1 U_{1H} I_{1H} \cos \varphi_H \eta_H = 0,1 \cdot 380 \cdot 105,3 \cdot 0,56 \cdot 0,86 = 1927 \quad (9)$$

Экономия электроэнергии при односменной работе и расчетной $ПН = 60\%$ (паспортное значение) за смену составит

$$\mathcal{E}_{см} = [P_{эм} (1 - ПН) + P_{эл} ПН] \frac{T_{см}}{100} = (600,7 \cdot 40 + 1927 \cdot 60) \frac{8}{100} = 11,172 \quad , \quad (10)$$

где $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, час.

Годовая экономия электроэнергии при расчетном режиме работы (т.е., при $ПН = 60\%$) составит

$$\mathcal{E}_г = \mathcal{E}_{см} N_{pg} = 11,172 \cdot 264 = 2949,4 \quad , \quad (11)$$

где $N_{pg} = 264$ – количество рабочих дней в году.

Разработанное устройство позволяет не только обеспечить безопасность проведения сварочных работ в опасных условиях и условиях повышенной опасности, но и дает возможность значительно экономить электроэнергию.

