

Среднее значение напряжения:

$$\begin{aligned}
 U_d &= \frac{m}{2\pi} \int_{\omega t_1}^{\omega t_2} U_{C_1} d(\omega t) + \frac{m}{2\pi} \int_{\omega t_2 - 2\pi}^{\omega t_1} U_{C_2} d(\omega t) = \\
 &= \frac{m}{2\pi} 2U_{Cm} \sin\left(\frac{\omega t_1 + \omega t_2}{2} - \beta\right) \sin\left(\frac{\omega t_2 - \omega t_1}{2}\right) + \\
 &+ \frac{m}{2\pi} \left[\omega \tau A \left(1 - e^{-\frac{\omega t_2 - \omega t_1}{\omega \tau}}\right) + \omega Cr_d U_{C_2} \left(1 - e^{-\frac{\frac{2\pi}{m} - \omega t_2 + \omega t_1}{\omega Cr_d}}\right) \right].
 \end{aligned}$$

Для нахождения U_d необходимо предварительно найти ωt_1 и ωt_2 путём совместного решения трансцендентных уравнений (9) и (11). Решение их вручную громоздко, поэтому была составлена программа расчёта U_d на ПЭВМ.

УДК 621.3

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Воробей А.М.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент СОНЧИК Л.И.

С ростом масштабов производства промышленной продукции все более актуальной является проблема эффективного использования электроэнергии. Одним из возможных путей решения этой проблемы является анализ причин, влияющих на увеличение потерь электрической энергии в электролизных и электротермических установках, и разработка на этой основе организационно-технических мероприятий с целью оптимизации показателей технологического процесса обработки материалов.

Эффективность использования электроэнергии в электротермических установках зависит от соблюдения параметров технологического процесса.

Потери электрической энергии в плавильных и термических электроустановках вследствие частичной загрузки печи в соответствии с технологической картой рассчитывается по формуле:

$$\Delta W = (W_r - W_d) G_{\Pi} K_3, \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где W_r – удельный расход электрической энергии на плавку металла при частичной загрузке печи, кВт·ч/т;

W_d – директивный удельный расход электрической энергии на плавку металла при полной загрузке печи, кВт·ч/т, принимается по паспортным данным или из опыта эксплуатации печи;

G_{Π} – емкость печи, т, принимается по паспортным данным;

K_3 – коэффициент загрузки печи.

Удельный расход электрической энергии на плавку металла при частичной загрузке печи рассчитывается по формуле:

$$W_r = \frac{W_r}{G_r}, \text{ кВт}\cdot\text{ч/т},$$

где W_r – электрическая энергия, потребляемая печью за время плавки при частичной загрузке печи, кВт·ч, принимаемая по показаниям приборов;

G_r – масса расплавляемого металла при частичной загрузке печи, т.

Коэффициент загрузки печи рассчитывается по формуле:

$$K_3 = \frac{G_r}{G_n}.$$

Потери электрической энергии в плавильных и электротермических электроустановках вследствие отсутствия автоматического регулирования режима работы печи рассчитывается по формуле:

$$\Delta W = (W_\phi - W_d), \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где W_ϕ – фактический расход электрической энергии на плавку металла, кВт·ч, принимается по показаниям приборов;

W_d – директивный расход электрической энергии на плавку (нагрев) металла, кВт·ч, принимается по паспортным данным печи.

Потери электрической энергии вследствие использования неэкономических термических печей вместо индукционных установок рассчитываются по формуле:

$$\Delta W = (w_T - w_H)G_M, \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где w_T – удельный расход энергии на нагрев металла в термической установке, кВт·ч/кг, принимается из опыта эксплуатации установки, справочных материалов;

w_H – удельный расход электрической энергии на нагрев металла в индукционной установке, кВт·ч/кг, принимается исходя из опыта эксплуатации установки, справочных материалов;

G_M – масса нагреваемого металла, кг.

Потери электрической энергии вследствие использования неэффективных теплоизоляционных материалов для изоляции плавильных печей рассчитываются по следующей формуле:

$$\Delta W = \frac{(\bar{\lambda}_H - \bar{\lambda}_Э)F}{d} (t_{\text{внутр.}} - t_{\text{внеш.}}) \tau \cdot 10^{-3}, \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где $\bar{\lambda}_H$ – среднеарифметическое значение коэффициента теплопроводности неэффективного теплоизолятора, Вт/(м·°C);

$\bar{\lambda}_Э$ – среднеарифметическое значение коэффициента теплопроводности эффективного теплоизолятора, Вт/(м·°C);

F – площадь поверхности теплоизоляционного слоя, м², принимается по паспортным данным установки;

$t_{\text{внутр.}}$ – температура внутренней поверхности теплоизоляционного слоя;

$t_{\text{внеш.}}$ – температура внешней поверхности теплоизоляционного слоя;

τ – время работы установки при неизменной температуре внутренней поверхности теплоизоляционного слоя, ч.

Среднеарифметическое значение коэффициента теплопроводности эффективного (неэффективного) теплоизолятора рассчитывается по формуле:

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_{\text{внутр.}} + \lambda_{\text{внеш.}}}{2},$$

где $\lambda_{\text{внутр.}}$ – коэффициент теплопроводности теплоизолятора для внутренней поверхности теплоизоляционного слоя, Вт/(м·°C);

$\lambda_{\text{внеш.}}$ – коэффициент теплопроводности для внешней поверхности теплоизоляционного слоя, Вт/(м·°С).

Коэффициент теплопроводности теплоизолятора для внутренней поверхности теплоизоляционного слоя рассчитывается по формуле:

$$\lambda_{\text{внутр.}} = \lambda_0 + kt_{\text{внутр.}}$$

где λ_0 и k – коэффициенты, принимаемые по справочным данным.

Коэффициент теплопроводности для внешней поверхности теплоизоляционного слоя рассчитывается аналогично с учетом температуры внешней поверхности теплоизоляционного слоя.

Литература

1. Кривандин В.А., Макаров Б.Л. *Металлургические печи*. – М.: Металлургия, 1977.
2. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

УДК 621.317.785

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ОДНОФАЗНЫХ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Сталович В.В., Иваницкий П.Е.

Научный руководитель – КУЦЫЛЮ А.В.

Первые европейские электронные счетчики были созданы в 1970-е годы. На сегодняшний день имеется тенденция к замене индукционных счетчиков электронными. В связи с ростом стоимости энергоносителей это более чем актуально. Экономия электроэнергии стоит на первоочередном месте, а этого невозможно добиться без современного и высокоточного прибора учета.

Индукционные счетчики морально устарели. Большинство из них не обеспечивает необходимую точность учета и не рассчитано на современный уровень потребления электроэнергии. Кроме того, они имеют ограниченные функциональные возможности, из-за чего невозможно осуществить ни двухтарифный учет энергии, ни дистанционный съем показаний прибора. Всем этим требованиям отвечают электронные счетчики.

Тарифы на электроэнергию растут, и вопросы сбора платежей становятся все более актуальными. В качестве фактора, стимулирующего потребителей своевременно оплачивать электроэнергию, возможно внедрение счетчиков, способных регулировать отпускаемую энергию в зависимости от фактической оплаты. Сама идея автоматического ограничения потребления в случае неоплаты, которая казалась кошмарной еще пять лет назад, сегодня воспринимается не просто естественно, но и как реальный фактор воздействия на потребителя в условиях роста тарифов. Счетчик с предоплатой предусматривает использование промежуточного носителя, который позволял бы доставить информацию о выполненных платежах в сам счетчик конечного потребителя или в автоматическую систему контроля и учета энергии (АСКУЭ), элементом которой он является. В ряде существующих счетчиков с предоплатой литовского, украинского и российского производства в качестве инструмента работы с платежами используют электронные пластиковые карты.

В зависимости от рабочего тока возможно подключение счетчика напрямую или через трансформатор тока. В случае подключения через трансформатор тока показания счетчика надо умножить на коэффициент трансформации. Принцип действия счетчика основан на перемножении входных сигналов напряжения и тока с последующим пре-