

УДК 621.316.176

РАСЧЕТ ПОТЕРЬ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ С ИМПУЛЬСНОЙ НАГРУЗКОЙ

В.В. Кальченко, Э.Г. Куренный

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

В статье рассматриваются особенности расчета потерь напряжения при питании электроприемников с импульсной нагрузкой (на примере компактных люминесцентных лам КЛЛ).

Обычно потери напряжения вычисляются по активной и реактивной мощностям, а также по активному r и реактивному x сопротивлениям сети. Эти величины относятся к частному случаю синусоидальной нагрузки – например для лам накаливания. Однако КЛЛ, блоки питания телевизоров и компьютеров имеют импульсную нагрузку [1]. В этом случае понятия x не существует. В связи с этим требуется разработать метод расчета потерь напряжения для таких нагрузок.

Исходными для расчетов являются кривые токов $i_A(t)$ КЛЛ, подключенной между фазой A и нулем, если лампа подключена к фазе B или C , то кривая токов получается смещением $i_A(t)$ на 240° и 120° . Если к фазам подключено несколько ламп, то суммарные токи каждой фазы равны сумме соответствующих токов. График тока в нулевом проводе равен сумме токов во всех фазах.

Особенности расчетов проецируем на примере равномерного подключения трех ламп. Кривые напряжений $u_{A,B,C}(t)$ представляют собой синусоиды сдвинутые по фазе (рис.1)

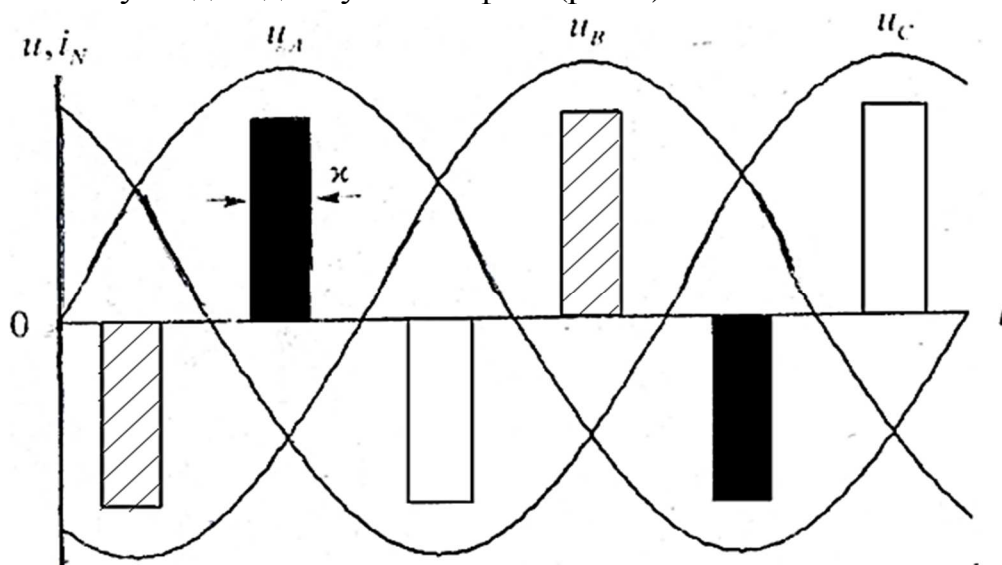


Рис. 1 – Сетевые напряжения и токи

В случае ламп накаливания, кривые токов $i_{A,B,C}(t)$ повторяют кривые напряжения в любой момент времени, сумма этих токов равна нулю, поэтому в нулевом проводе ток отсутствует. Иначе обстоит дело с КЛЛ, для простоты рассмотрим идеализированную кривую тока в виде последовательности разнополярных прямоугольных импульсов шириной α и величиной $\pm B$. На рис. 1 импульсы кривой тока фазы A затухиваны, импульсы фазы B заштрихованы, а импульсы фазы C изображены без штриховки.

В каждой фазе наблюдается по два импульса, поэтому действующие значения токов одинаковы:

$$I_A = I_B = I_C = B\sqrt{2\alpha/t_f},$$

где $t_f = 0,02$ с – длительность цикла при частоте 50 Гц.

При суммировании импульсы токов фаз не перекрываются, в связи с чем в нулевом проводе кривая тока $i_N(t)$ имеет шесть разномерных импульсов. В этом случае действующее значение тока

$$i_N = B\sqrt{6\alpha/t_f}$$

в $\sqrt{3}$ больше любого фазного тока. Фактически импульсы тока ламп частично перерываются, поэтому превышение тока в нулевом проводе будет в меньшей мере.

Потеря напряжения Δu_A определяется по кривым тока $i_A(t)$:

$$\Delta u_A = i_A r + L i'_A + i_N r_N + L_N i'_N,$$

Здесь r_N активное сопротивление нулевого провода, L и L_N – индуктивность фазного и нулевого проводов.

Целью расчета является определение действующего значения ΔU_A потери напряжения. Но его нельзя определить путем среднеквадратичного осреднения графика $\Delta u_A(t)$, а требуется вначале найти напряжение на лампе

$$\Delta u_A(t) = \sqrt{2}U_H \sin \omega f t - \Delta u_A(t),$$

где U_H – фазное номинальное напряжение, $\omega f = 100\pi$ рад/с – угловая частота.

Действующее значение

$$U_A = \sqrt{\frac{1}{t_f} \int_0^{t_f} u_A^2(t) dt}.$$

Искомая потеря напряжения

$$\Delta U_A = U_A - U_H.$$

Найденные кривые токов фаз и нулевого провода позволяют оценить загрузку проводов.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ, ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ

В дальнейшем предполагается обработать экспериментальные данные по токам различного вида ламп и получить исходные данные для проектирования в виде фазных кривых токов и их производных, а также для обоснования увеличения сечения нулевых проводов.

Перечень ссылок

1. Куренный, Э.Г. Расчет нагрузок низковольтных электрических сетей по мгновенным значения токов электроприемников / Э.Г. Куренный. –Электричество, 2010, №3.–С 2-6.