

СПЕКТРЫ ТОКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Н.Н. Харлов (г. Томск, Россия)

Экономический рост в стране, начавшийся с 1999 г. и продолжающийся в настоящее время вызывает рост электропотребления во всех отраслях народного хозяйства и в быту, а также структурное изменение состава электроприемников. В частности все более широкое применение находят технологические установки, оснащенные микропроцессорной техникой, компьютеры и другая оргтехника, чувствительные к качеству питающего напряжения. Внедряются в производство регулируемые электроприводы переменного и постоянного тока, индукционные и другие электрофизические технологические установки, оказывающие влияние на показатели качества напряжения. В быту все более широкое применение находят микроволновые печи, телевизионные приемники, компьютерная техника. Данные структурные изменения проявляются прежде всего через их влияние на режимы городских электрических сетей и на показатели качества электрической энергии.

В период с 2000 г. по 2004 г. Региональным центром ресурсосбережения ТПУ проведены обследования состояния качества электрической энергии в системах электроснабжения промышленных предприятий, городов, сельских населенных пунктов, районных подстанциях энергосистем. Измерения показателей качества проводились с использованием анализаторов количества и качества электрической энергии типа PP-8000 производства фирмы DRANETZ (США) и AR-5 производства фирмы Circutor (Испания). Последний включен в Государственный реестр средств измерения РФ и обеспечивает измерение всех показателей качества электрической энергии предусмотренных ГОСТ 13109-97. Проведенные обследования позволили определить электроприемники, оказывающие наибольшее влияние на качество электрической энергии в городских электрических сетях ввиду их значительной концентрации.

На рисунке 1 приведена осциллограмма тока, потребляемого компьютером, а на рисунке 2 – его гармонический состав. Здесь в спектре тока присутствуют гармонические составляющие порядка 3-9

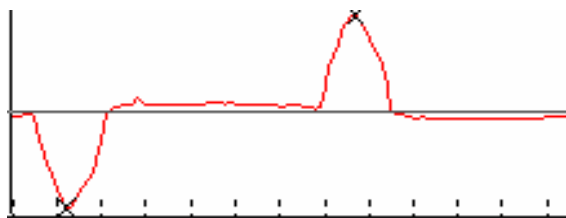


Рисунок 1 – Осциллограмма тока, потребляемого компьютером

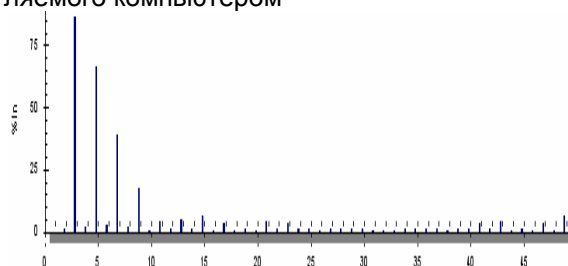


Рисунок 2 – гармонический состав тока, потребляемого компьютером

Коэффициент несинусоидальности тока в данном случае составляет около 75%.

На рисунке 3 приведена осциллограмма тока, потребляемого ксероксом в момент копирования, а на рисунке 4 – спектр этого тока с гармоническими составляющими 3-15.

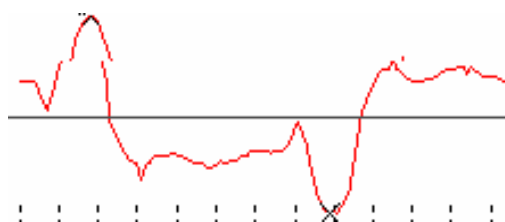


Рисунок 3 – Осциллограмма тока, потребляемого ксероксом в момент копирования

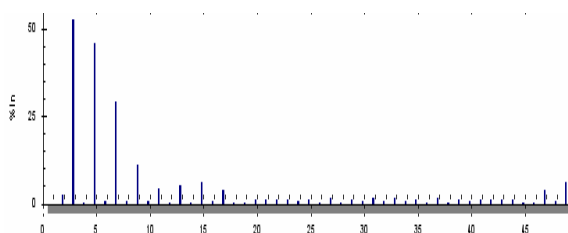


Рисунок 4 – Спектр тока с гармоническими составляющими.

Коэффициент несинусоидальности тока

в данном случае составляет более 60%.

Значительный вклад в уровень несинусоидальности напряжения в городских электросетях вносят люминесцентные лампы. На рисунке 5 приведена осциллограмма тока, потребляемого группой люминесцентных ламп, а на рисунке 6 – его спектр. В спектре тока в основном присутствуют гармонические составляющие порядка 3-17, а коэффициент несинусоидальности тока составляет около 35%

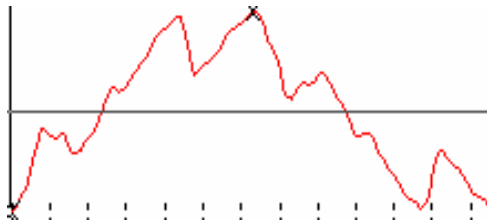


Рисунок 5 – Осциллограмма тока, потребляемого группой люминесцентных ламп

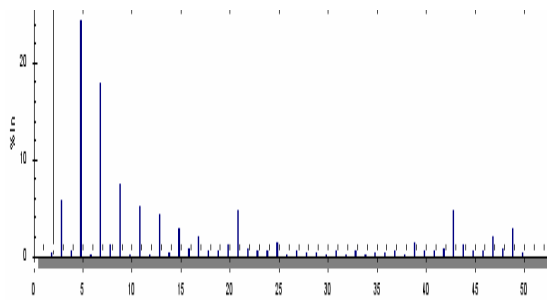


Рисунок 6 – Спектр тока, потребляемого группой люминесцентных ламп

Приведенные результаты обследования показывают, что большое количество современных электроприемников являются потребителями несинусоидального тока. Обследованные электроприемники оказывают значительное влияние на спектральный состав тока узлов нагрузки. В качестве примера на рисунке 7 приведена осциллограмма тока типового жилого дома полученная в дневное время, в воскресный день. Спектральный состав данного тока представлен на рисунке 8.

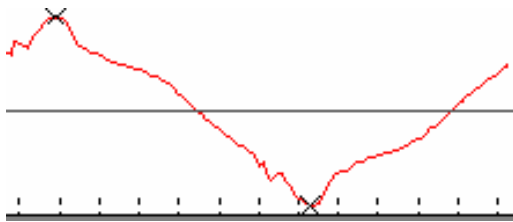


Рисунок 7 – Осциллограмма тока типового жилого дома

Кривая тока содержит в основном гармонические составляющие с номерами 3-13. Коэффициент несинусоидальности тока составляет 15-17%

Помимо жилых домов значительное влияние на качество напряжения оказывают административные здания, содержащие в составе нагрузок вышеперечисленные компьютеры, ксероксы и люминесцентное освещение.

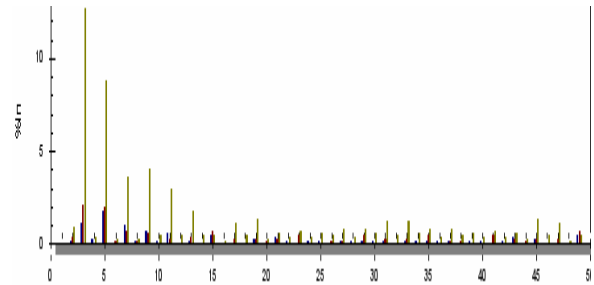


Рисунок 8 – Спектральный состав данного тока.

На рисунке 9. приведена осциллограмма тока административного здания (здание Томской городской электрической сети). Спектр приведенного тока представлен на рисунке 10. и содержит гармонические составляющие порядка 3-13. Коэффициент несинусоидальности тока при этом достигает 75 %.

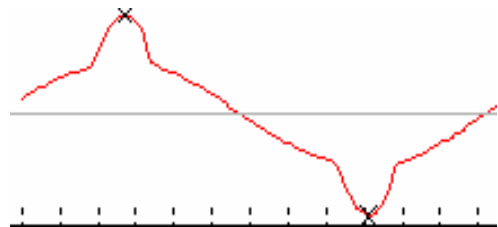


Рисунок 9 – Осциллограмма тока административного здания

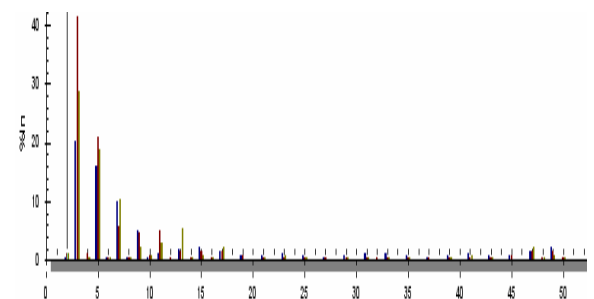


Рисунок 10 – Спектр тока административного здания

Значительный вклад в уровень несинусоидальности напряжения вносят и промышленные предприятия, получающие электроэнергию от городской электрической сети.

Так на рисунке 11 приведена осциллограмма тока, потребляемого установкой по изготовлению пластиковых бутылок.

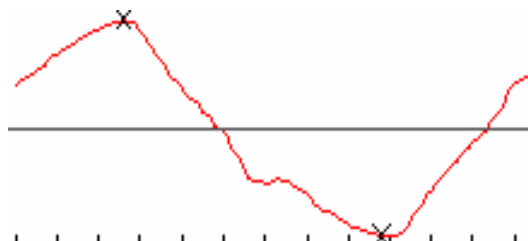


Рисунок 11 – Осциллограмма тока, потребляемого установкой по изготовлению пластиковых бутылок

Обращает на себя внимание гармонический спектр данного тока, содержащий все гармонические составляющие вплоть до пятидесятой гармоники (рисунок 12.) Коэффициент несинусоидальности тока в данном случае составляет около 25%.

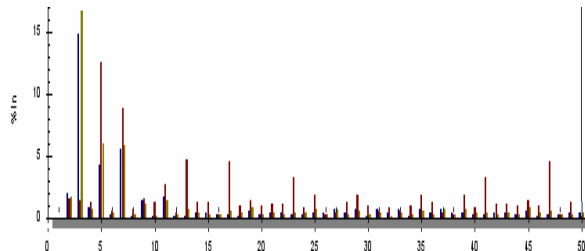


Рисунок 12 – гармонический спектр данного тока потребляемого установкой по изготовлению пластиковых бутылок

Приведенные осциллограммы токов отдельных электроприемников и узлов нагрузки убедительно иллюстрируют значительное изменение спектрального состава тока в сторону его ухудшения по сравнению с положением, существовавшим несколько лет назад. Данное обстоятельство не могло не отразиться и на качестве напряжения в городских электрических сетях. На рисунке 13 приведена

на осциллограмма напряжения на шинах подстанции, питающей городскую нагрузку.

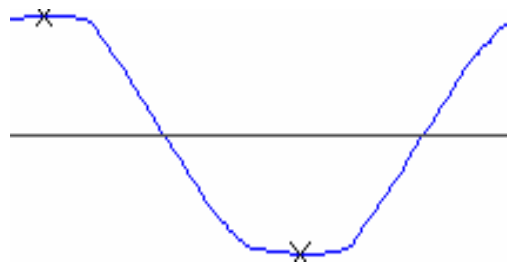


Рисунок 13 – Осциллограмма напряжения на шинах подстанции, питающей городскую нагрузку

Уплощенная форма кривой напряжения свидетельствует о присутствии в спектре высших гармонических составляющих. На рисунке 14 представлен спектр данной кривой напряжения.

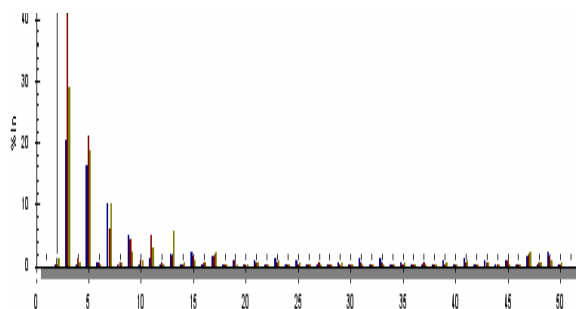


Рисунок 14 – Спектр кривой напряжения

Наиболее значимыми гармоническими составляющими спектра здесь являются гармоники с номерами 3-17, а величина коэффициента несинусоидальности напряжения достигает 6%.

Проведенное обследование показало, что в большинстве контрольных точек наблюдается выход или приближение к нормально допустимым значениям показателей несинусоидальности установленных ГОСТ 13-109/97. Следует отметить существующую тенденцию роста уровня несинусоидальности. Так за последние 5-7 лет величина коэффициента несинусоидальности напряжения в городских электрических сетях увеличилась почти в два раза.