

**Качество электрической энергии в системе освещения
нефтегазового комплекса**
Колмакова А. И., Жуков Д. С.
научный руководитель канд. техн. наук: Колмаков В. О.
Сибирский федеральный университет

Из общего количества вырабатываемой электроэнергии до 30% расходуется на электрическое освещение, поэтому активное использование новых энергосберегающих технологий в освещении ведёт к снижению общего энергопотребления. По мнению специалистов, наиболее перспективными являются светоизлучающие диоды благодаря неоспоримым преимуществам перед другими источниками света [1-3].

Вместе с существенными преимуществами LED-освещение (англ. LED – light emitting diodes) является источником высших гармонических составляющих тока, так как является нелинейным потребителем электроэнергии. При общей мощности нелинейных электропотребителей, превышающей 15-25%, следует ожидать появления различных проблем в эксплуатации сети и последствий, причины которых не являются очевидными [4,5].

В США и Европейских странах принят стандарт, регламентирующий нормы по коэффициенту нелинейных искажений в сетях и коэффициенту мощности для источников питания люминесцентных ламп и других осветительных приборов более 25 Вт.

Проблемы, которые могут быть вызваны значительной долей высших гармонических в системе электроснабжения, известны уже давно и для ограничения подобных искажений внедрялись соответствующие технологии и стандарты [6]. Проблемы, испытываемые потребителями, почти всегда возникают из-за условий, которые складываются на их собственном участке ответственности и лишь иногда привносятся из сети. Так как ситуация с высшими гармониками усугубляется (LED-освещение используется все шире), то потребителям следует ограничивать высшие гармонические тока, который потребляется их оборудованием. Следовательно, именно потребители должны обеспечивать фильтрацию гармонических составляющих там, где это необходимо.

Перспективным представляется использование активных фильтров, иногда называемых активными сглаживателями гармоник – АСГ (АНС-англ.) или активными фильтрами гармоник (АФГ).

Идея активного фильтра гармоник не нова, однако отсутствие эффективной технологии их производства по приемлемым ценам замедлило ее практическое внедрение на много лет. Сегодня широкая доступность биполярных транзисторов с изолированным затвором (БТИЗ, IGBT) и цифровых процессоров сигнала (ЦПС, DSP) превратили АФГ в практическое решение проблемы.

АФГ могут быть установлены в различных точках распределительных сетей:

- в точке общего соединения для общей компенсации полигармонических токов;
- в местах частичной компенсации высших гармонических токов;
- вблизи «загрязняющих» нагрузок с целью обеспечить местную компенсацию гармонических составляющих.

Как и в случае со всеми фильтрами гармоник, сторона нагрузки все равно остается «зараженной» высшими гармоническими тока. Очищается только сторона электропитания цепи. Из этого следует, что кабели стороны нагрузки необходимо подбирать, учитывая гармоники и поверхностный эффект.

В идеале компенсация гармонических составляющих должна происходить в точке их появления, чтобы нелинейные потребители не оказывали влияния на основ-

ную гармонику. Для оптимизации компенсации гармоник несколько фильтров могут быть соединены в различных конфигурациях, которые могут использоваться в любой точке распределительной сети.

Нагрузки типа персональных компьютеров характеризуются наличием всех нечетных гармоник низкого порядка, с очень высокими уровнями третьих, пятых, седьмых и девярых. Типичный спектр изображен на рис. 1.

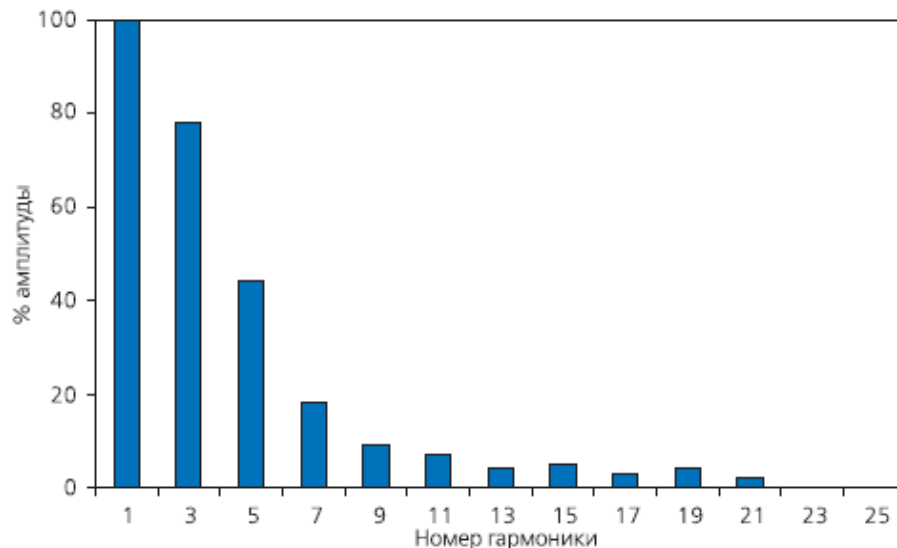


Рис.1 Некомпенсированный спектр нагрузок ПК-типа

Этот тип нагрузки вызывает множество проблем, включая перегрузку нейтральных проводов, перегрев трансформаторов, дополнительный нагрев из-за поверхностного эффекта.

Применение АФГ в случае подобной нагрузки улучшает картину спектра тока, как изображено на рис. 2. Улучшение очевидно – общее искажение гармонического тока сокращается с 92,6 до 2,9 % (в 32 раза), а действующее значение тока уменьшается на 21 %.

Некоторые характерные результаты применения АФГ для нелинейных нагрузок, которые могут быть достигнуты в зданиях делового профиля (нагрузка ПК-типа) представлены на рис.2 [7].

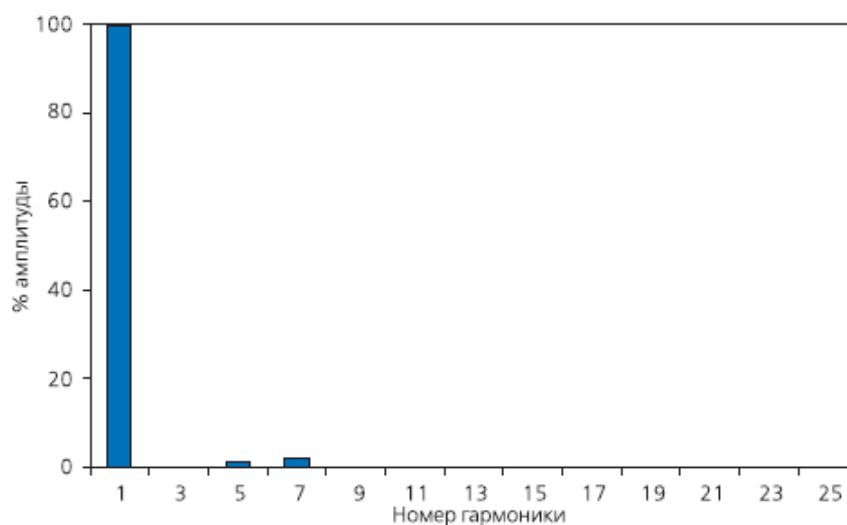


Рис.2 Полностью исправленная нагрузка ПК-типа

Полная коррекция, как показано на рис. 2, требует больших значений тока активного фильтра, но не всегда существует необходимость компенсировать все гармоники.

Для оценки целесообразности использования АФГ при LED-освещении необходим анализ тока потребления (Рис.3) в гармоническом спектре.

Анализ потребляемого тока светодиодных светильников в спектральных координатах показывает (рис.4) значительное процентное содержание гармонических составляющих (вплоть до 15-й гармоники) из-за нелинейного характера потребления, вызванного принципом работы драйвера.

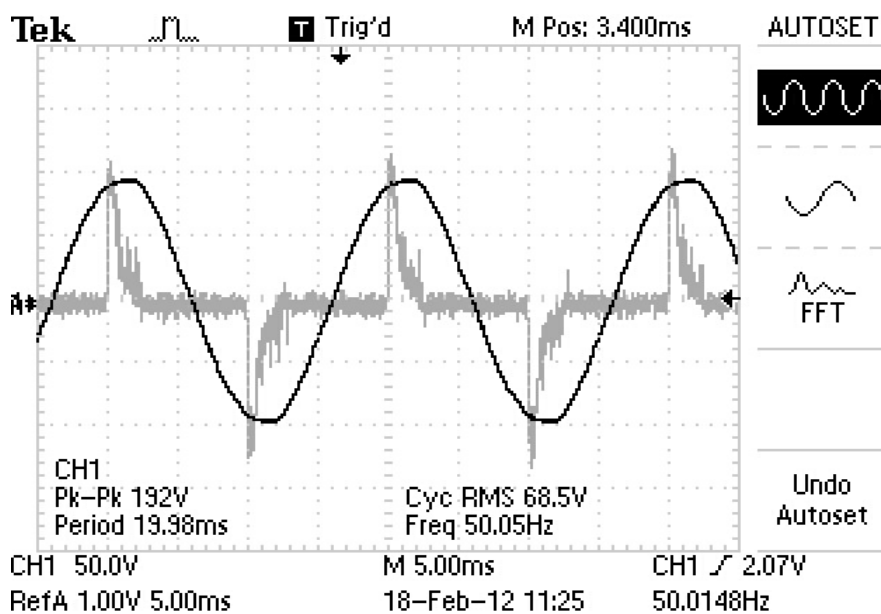


Рис. 3

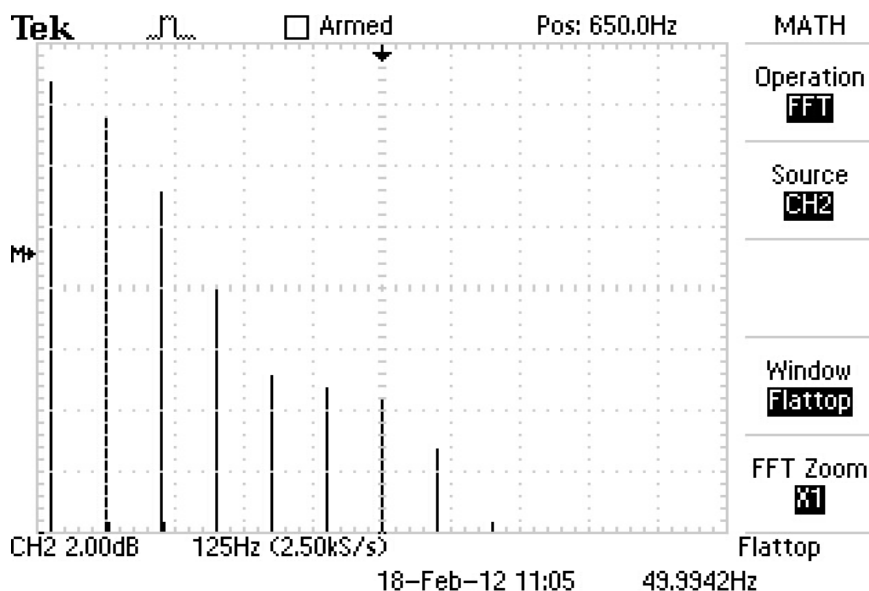


Рис.4

В силу того, что осветительную нагрузку можно отнести к статической, задача оптимизации передаточных функций частотнозависимых звеньев по условиям селективности и быстродействия не представляется актуальной. Приоритетными вопросами

являются обеспечение параметров электроэнергии в соответствии с нормативными показателями её качества.

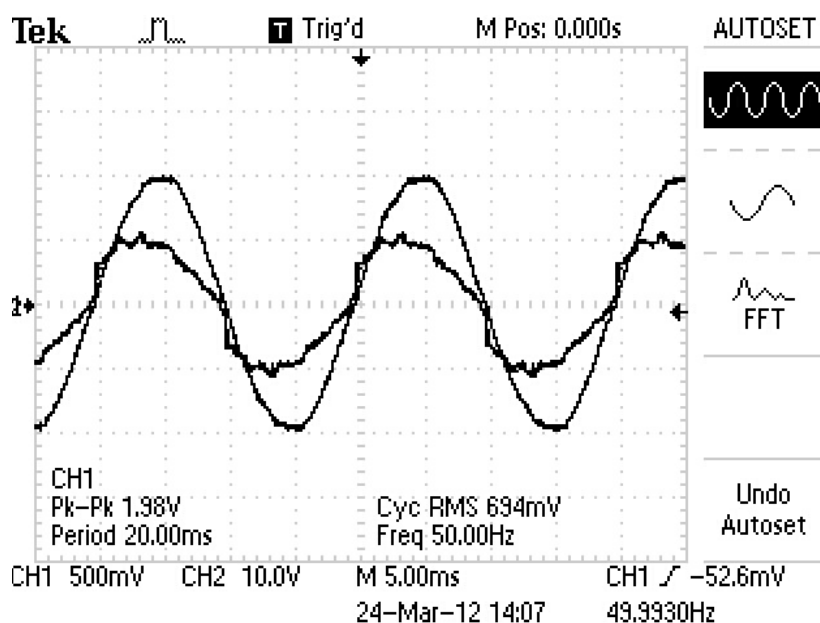


Рис.5

ГОСТ 13109 – 97 не требует полной компенсации токов высших гармоник, ограничивая только их процентное содержание в питающем токе.

Для снижения влияния на питающую сеть импульсного характера потребления LED-освещения, одним из решений, может быть использование корректора коэффициента мощности.[8] На рис.5 приведена осциллограмма тока потребления светодиодного светильника, имеющего в драйвере корректор коэффициента мощности. В спектре гармоник составляющая с частотой 150 Гц имеет значительно меньшую амплитуду в сравнении с гармоникой основной частоты. Последующие гармонические составляющие, также значительно меньше первой гармоники.

Таким образом, можно заключить, что:

- у потребителей с большим количеством светодиодных светильников существует необходимость включения фильтро-компенсирующих устройств;
- снижение высших гармоник в токе потребления светодиодных светильников возможно не только фильтрующими звеньями, но и коррекцией режима тока потребления;
- оптимальное решение по снижению высших гармоник в сети, питающей LED-нагрузку, может быть принято на основе анализа алгоритмов синтеза и методов реализации фильтрокомпенсирующих звеньев.

Литература

1. Алферов, Ж. И. Физика и жизнь / Ж. И. Алферов. – СПб.: Наука, 2000. – 255 с.
2. Э. Набиуллина. Светодиодные лампы подешевеют. http://www.sm-svet.ru/news/news.php?ELEMENT_ID=138.
3. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.2585-10. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».
4. Высшие гармоники в сетях электроснабжения 0,4 кВ // Новости Электро-Техники. 2002. № 6(18).

5. Высшие гармоники в сетях электроснабжения 0,4 кВ // Новости Электро-Техники. 2003. № 1(19)

6. Климов В.П., Москалев А.Д. Проблемы гармоник в современных системах электропитания// Практическая силовая электроника. Науч.-техн.сб./ Под ред. Малышкова Г.М., Лукина А.В. - М.:АОЗТ «ММП-Ирбис», 2002. Вып 5. с. 1-6

7. Шри Карв Активные фильтры гармоник , Ж. Энергосбережение, №4, 2004. С. 74, http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2561