

*Муратова Э.Д. Гармонические искажения в электрических сетях: причины, последствия и способы устранения // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2019. – №4 (апрель). – АРТ 374-эл. – 0,2 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>*

**РУБРИКА: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**УДК 621.3.018**

**Муратова Эльвина Дамировна**

Студентка 4 курса

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный  
авиационный технический университет»

г. Уфа, Республика Башкортостан,

Российская Федерация

e-mail: [muratovaelvinaaaa@mail.ru](mailto:muratovaelvinaaaa@mail.ru)

**ГАРМОНИЧЕСКИЕ ИСКАЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
СЕТЯХ: ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ И СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ**

*Аннотация:* гармонические искажения в электрических сетях – явление нежелательное, которое требует тщательный анализ выявления причин и применения правильных способов их устранения. Особое внимание уделяется явлению резонанса, появление которого в электросетях представляет значительную опасность для их нормального функционирования. В статье описываются общий принцип и причины возникновения гармоник в сетях, а также способы их устранения.

*Ключевые слова:* гармоники, гармонические искажения, резонанс, LC-фильтр.

**Muratova Elvina Damirovna**

4th year student

FSBEI of HE "Ufa State

Aviation Technical University "

Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian Federation

## **HARMONIC DISTURBANCES IN ELECTRIC NETWORKS: CAUSES, CONSEQUENCES AND METHODS OF ELIMINATION**

*Annotation:* harmonic distortions in electrical networks are an undesirable phenomenon, which requires careful analysis of the identification of causes and the application of correct ways to eliminate them. Particular attention is paid to the phenomenon of resonance, the appearance of which in power grids represents a significant danger to their normal functioning. The article describes the general principle and causes of harmonics in networks, as well as ways to eliminate them.

*Keywords:* harmonics, harmonic distortion, resonance, LC filter.

Стандарт UNEEN-60150:1996 определяет гармонику напряжений как «синусоидальное напряжение, частота которого в целое число раз больше основной частоты питающего напряжения». Это определение справедливо и для гармоник тока. Другими словами, любой периодический сигнал произвольной формы можно представить в виде суммы гармонических сигналов с частотами, кратным основной частоте колебаний.

Например, при нелинейности нагрузок в сети входной сигнал, который в идеале должен иметь форму правильной синусоиды, искажается, в результате чего форма синусоиды напряжения или тока меняется.

На рисунке 1 показаны формы нечетных гармоник, которые в целое число раз кратны основной частоте 50 Гц, принятой в нашей стране. В таком случае третья гармоника имеет частоту  $3 \cdot 50 = 150$  Гц, пятая -  $5 \cdot 50 = 250$  Гц и т.д. Сумма нечетных гармоник, возникающих в сети, образуют искаженную синусоиду, нежелательную для потребителей электрических нагрузок.

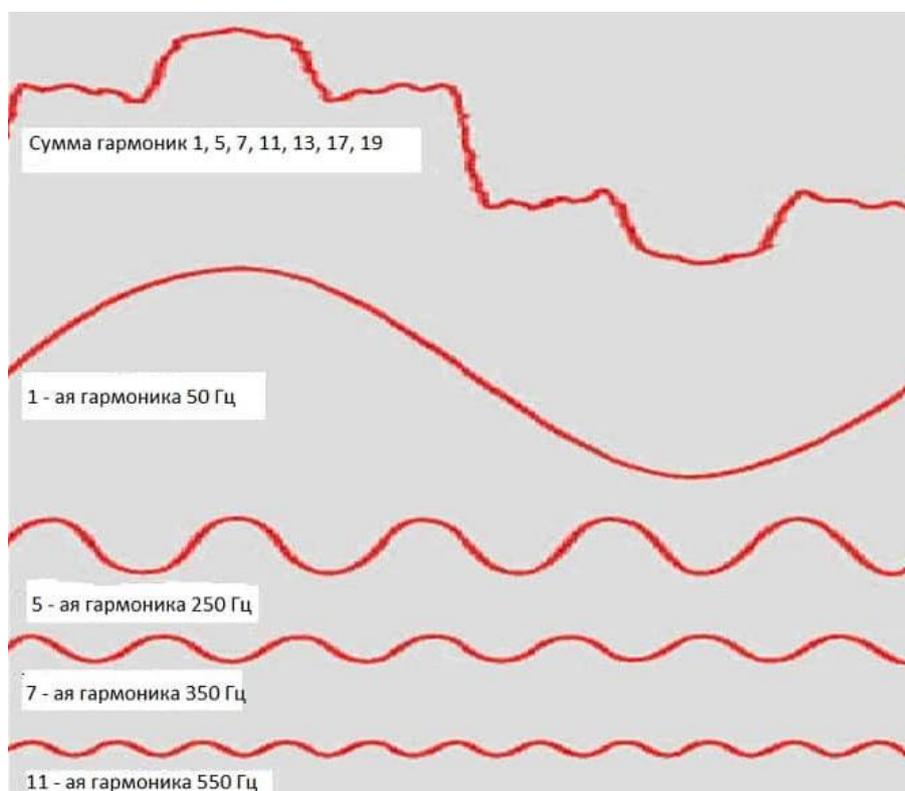


Рисунок 1 – Разложение синусоиды на отдельные гармоники и их влияние на форму синусоидального напряжения

Среди наиболее распространенных причин возникновения гармонических искажений называют применение определенных видов электрических нагрузок и электрических устройств, которые условно можно разделить на три группы:

- Силовое электрооборудование, к которому относятся привода переменного и постоянного токов, системы тиристоров, высокочастотные плавильные печи, источники бесперебойного питания, некоторые типы выпрямителей, конвертеры, диодные мосты;

- Сварочное и дуговое оборудование: дуговые плавильные печи, сварочные автоматы, дуговые, ртутные и люминесцентные лампы;

- Электрические машины, при условии насыщения: трансформаторы, двигатели, генераторы, и т. д.

Гармоники, создаваемые использованием вышеперечисленных устройств, обуславливают:

- возможный выход из строя электрооборудования (конденсаторы, электродвигатели, трансформаторы, лампы);

- дополнительный нагрев электрооборудования;

- интерференцию систем коммуникации.

- ложные срабатывания автоматов и предохранителей из-за скачков токов и напряжений, происходящих под влиянием искаженной формы их синусоид;

- неправильное функционирование компонентов систем контроля, причиной которого может служить гармонический шум;

- изменение чувствительности электронного оборудования, особенно микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики;

- появление нестабильностей в энергосистемах;

- перегрузка проводников;

- снижение коэффициента мощности сети, что приводит к увеличению реактивной составляющей нагрузки в общей нагрузке;
- возникновение резонанса в электрических цепях и другие.

Хотелось бы подробнее остановиться на явлении резонанса в электрических сетях (рисунок 2). Резонанс в электросетях возникает, когда частота реактивного элемента (индуктивности или емкости) совпадает с собственной частотой источника. Или, другими словами, сопротивление реактивного элемента становится равным сопротивлению источника. Например, когда конденсатор применяется для компенсации реактивной мощности в электрических сетях, то его частота может совпасть с собственной частотой сети (емкостное сопротивление конденсатора становится равным сопротивлению трансформатора, которое характеризуется преимущественно индуктивной составляющей), из-за чего напряжение на конденсаторе увеличивается, и может произойти пробой конденсатора.

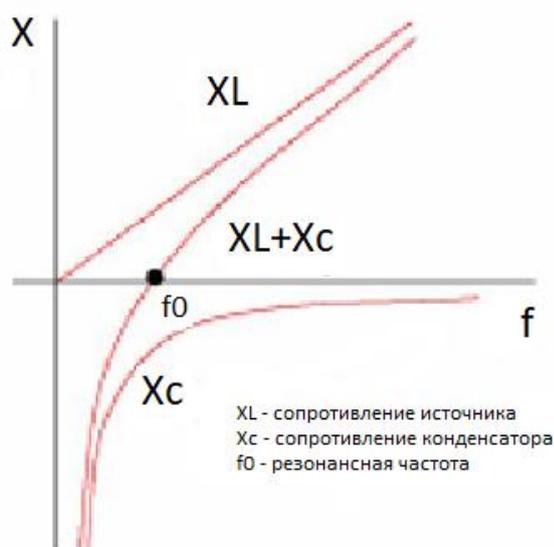


Рисунок 2 – Графическое представление явления резонанса в электрической сети

Для защиты от нежелательных гармоник в сети применяются устройства с использованием активных и пассивных элементов, направленных на компенсацию гармоник или их полное поглощение. Самым простым таким устройством можно считать LC – фильтр. Электрическая схема этого устройства и его внешний вид показаны на рисунке 3.

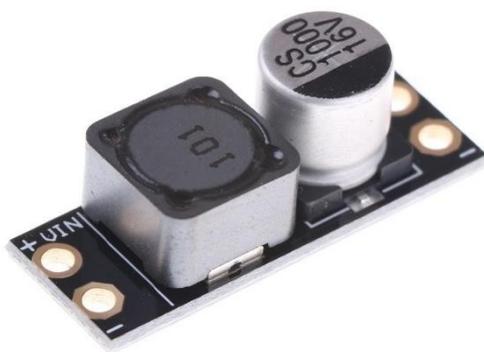
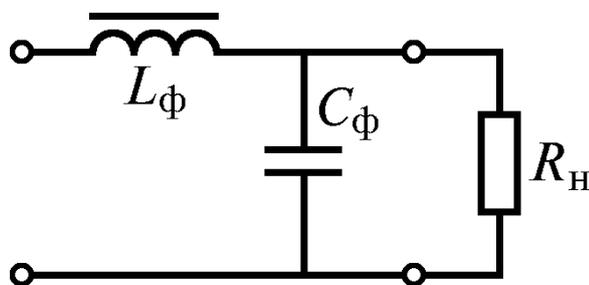


Рисунок 3 – Электрическая схема фильтра и его внешнее изображение

Устройство состоит из катушки (линейного дросселя), подключенного последовательно нагрузке и конденсатора, подключенного ей параллельно. Согласно первому закону коммутации, напряжение на емкости и ток на индуктивности не могут изменяться скачкообразно; катушка и конденсатор в данном случае обеспечивают плавное изменение и

регулирование этих параметров. Гармоники не могут резко изменить форму выходной синусоиды – происходит ее плавное нарастание и спад.

Среди других устройств компенсации гармонических искажения используют шунтирующие фильтры, состоящие из последовательно соединенных для каждой гармоники катушки и конденсатора и активные кондиционеры гармоник (АКГ), которые измеряют входные нелинейные токи и выдают потребителю токи с противоположным углом, соответствующие первым гармоникам.

#### **Список использованной литературы:**

- 1 Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. Том 2. – 4-е изд. / К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин. – СПб.: Питер, 2003. – 576 с.: ил.
- 2 Асан Х. Высшая гармоника и ее вред в электrorаспределительной системе // Дэнки дзасси. — 1982. — 69, № 10. — С. 17—20.
- 3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.matic.ru/clients/articles/harmonics-voltage-and-current-in-electrical-networks/>
- 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.asutpp.ru/garmoniki-v-elektricheskikh-setyah.html>

***Дата поступления в редакцию: 21.04.2019 г.***

***Опубликовано: 28.04.2019 г.***

***© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник», электронный журнал, 2019***

***© Муратова Э.Д., 2019***