

## **ФАКТОРЫ УХУДШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ИХ НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРИЕМНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

*Зюкина Ольга Владимировна, студентка,  
Рябова Диана Олеговна, студентка  
Филиал ФГБОУ ВПО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске*

*В статье анализируются факторы ухудшения электрической энергии. Исследуются основные причины их появления. В заключении раскрываются влияния данных факторов на электрооборудование.*

Электрическая энергия – это один из наиболее востребованных видов товаров. Как и любой товар, электрическая энергия обладает совокупностью свойств, характеризующих ее способность удовлетворять определенные требования потребителей: своевременность поставки электроэнергии, необходимый объем, надежность электроснабжения и качество поставляемой электроэнергии.

Актуальной проблемой современного электроснабжения является проблема обеспечения качества электрической энергии на зажимах потребителей.

Качество электроэнергии – это соответствие основных параметров энергосистемы нормам, принятым при производстве, передаче и распределении электроэнергии.

Выход показателей качества за установленные нормы приводит к следующим негативным последствиям:

- увеличению расхода и потерь электроэнергии в системах электроснабжения;
- снижению надёжности работы оборудования;
- возникновению нарушений технологических процессов с одновременным снижением объёмов выпуска продукции.

Актуальной проблемой современного электроснабжения является проблема обеспечения качества электрической энергии на зажимах потребителей.

Под качеством электрической энергии понимается степень соответствия характеристик электрической энергии в данной точке электрической системы совокупности нормированных показателей качества электрической энергии [1].

В соответствии с ГОСТ 32144-2013 различают следующие основные показатели качества электрической энергии:

1. Продолжительные изменения характеристик напряжения:
  - 1) отклонение частоты ( $\Delta f$ , Гц);
  - 2) медленные изменения напряжения;
  - 3) колебание напряжений и фликер ( $\psi$ , %);
  - 4) несинусоидальность напряжения;
  - 5) несимметрия напряжений в трехфазных системах;

2. Случайные:

- 1) напряжения сигналов, передаваемых по электрическим сетям;
- 2) прерывание напряжения;
- 3) провала напряжения и перенапряжения;
- 4) импульсные напряжения.

Обратим особое внимание на влияние несимметрии напряжений и высших гармоник на работу электрооборудования, так как они являются основной причиной ухудшения качества электрической энергии.

Несимметрия напряжений – такое состояние трехфазной системы электроснабжения переменного тока, когда среднеквадратические значения основных составляющих междуфазных напряжений или углы сдвиги фаз не равны между собой.

Выделяют следующие причины возникновения несимметричных режимов электрической сети:

- 1) неодинаковые нагрузки в различных фазах,
- 2) неполнофазная работа линий или других элементов в сети,
- 3) различные параметры линий в разных фазах.

В городских и сельских сетях 0,4кВ наиболее частой причиной возникновения несимметрии напряжений является подключение однофазных осветительных и бытовых электроприемников (ЭП) небольшой мощности. Количество таких однофазных ЭП велико, и для уменьшения несимметрии их нужно равномерно распределять по фазам.

Влияние несимметрии напряжений на различные виды электрооборудования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Влияние несимметрии напряжения на работу электрооборудования

Вид электрооборудования	Воздействие несимметрии напряжений
Асинхронный двигатель	Дополнительный нагрев ротора, вибрация, преждевременное старение изоляции, как следствие, уменьшение срока эксплуатации
Конденсаторные установки	Неравномерная загрузка по фазам реактивной мощности, уменьшение установленной мощности установки, усиливают существующую несимметрию
Трансформаторы	Дополнительный нагрев, уменьшение срока эксплуатации
Многофазные выпрямители	Снижение допустимой мощности
Релейная защита и автоматика	Трудности в отстройке оборудования

Напряжение интергармонической составляющей - среднеквадратическое значение синусоидального напряжения, частота которого не является кратной основной частоте напряжения электропитания.

Основными формами воздействия высших гармоник на системы электроснабжения являются:

- увеличение токов и напряжений высших гармоник вследствие параллельного и последовательного резонансов;

- снижение эффективности процессов генерации, передачи, использования электроэнергии;
- старение изоляции электрооборудования и сокращение вследствие этого срока его службы;
- ложная работа оборудования.

Влияние высшей гармоники напряжений на различные виды электрооборудования представлены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние высших гармоник напряжения на работу электрооборудования

Вид электрооборудования	Воздействие высших гармоник напряжений
Электродвигатели	Дополнительные потери в обмотках статора и ротора из-за действия вихревых токов и поверхностного эффекта
Линии электропередачи	Дополнительные потери электрической энергии и напряжения
Кабельные линии	Повышенное воздействие на диэлектрик, вследствие чего увеличивается число повреждений кабеля и стоимость ремонтов
Линии сверхвысокого напряжения	Увеличение потерь на корону
Силовые трансформаторы	Увеличение потерь на гистерезис и потерь, связанных с действием вихревых токов в стали, сокращение срока эксплуатации, локальные перегревы бака трансформатора
Батареи конденсаторов	Перегрев и выход из строя
Защита энергетических систем: 1. Аварийные режимы 2. Нормальные режимы	1. Ложное срабатывание дистанционной защиты 2. Ложное срабатывание защиты
Телевизоры	Искажение изображения и изменение яркости
Счетчики мощности и электрической энергии	Изменение точности измерений
Цепи связи	Увеличение шумов при передаче сигнала

Содержание высших гармоник в электрической сети характеризуется коэффициентом несинусоидальности кривой напряжения

$$k_{ncU} = \frac{1}{U_n} \sqrt{\sum_{n=2}^N U_n^2} \cdot 100\%,$$

где N - порядок последней из учитываемых гармонических составляющих,  $U_n$  - действующее значение n-й ( $n = 2, \dots, N$ ) гармонической составляющей напряжения, кВ.

Нормальные и максимальные допустимые значения  $k_{ncU}$  не должны соответственно превышать: в электрической сети напряжением до 1 кВ - 5 и 10%.

Коэффициент  $n$ -й гармонической составляющей напряжения нечетного (четного) порядка представляет собой отношение действующего значения  $n$ -й гармонической составляющей напряжения к действующему значению напряжения основной частоты

$$k_U(n) = \frac{U_n}{U_n} \cdot 100\%$$

По значению коэффициента  $k_U(n)$  определяется спектр  $n$ -х гармонических составляющих, на подавление которых должны быть рассчитаны соответствующие силовые фильтры.

Нормальные и максимальные допустимые значения не должны соответственно превышать: в электрической сети напряжением до 1 кВ - 3 и 6% [2].

Таким образом, качество электроэнергии напрямую связано с коммерческой составляющей процесса передачи электроэнергии по распределительным электрическим сетям. Высшие гармоники и появление токов обратной последовательности в следствие несимметрии напряжения неблагоприятно воздействуют на работу силового электрического оборудования устройства (трансформаторов и электродвигателей), на отстройку релейной защиты и автоматики (РЗА), приводят к дополнительным потерям активной мощности, а также ускоряют преждевременное старение изоляции электрооборудования.

*Список литературы*

1.ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Дата введения 2014-07-01

2.<http://electricalschool.info/main/elsnabg/1474-pokazateli-kachestva-jelektrojenergii-v.html> Школа для электрика. Показатели качества электроэнергии в электрических сетях [дата обращения 28.03.2015]

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ МЕЖЭЛЕМЕНТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ**

*Иванов Николай Иванович, к.т.н., доцент*

*Борисов Павел Юрьевич, студент магистратуры*

*Кафедра машиностроительных технологий и оборудования,*

*Юго-Западный государственный университет, Россия*

В массовом производстве широкой номенклатуры свинцово-кислотных аккумуляторных батарей важной операций технологического цикла является соединение между собой блоков полюсных пластин, установленных в соседних секциях корпуса пластмассового моноблока. В течение многих лет данная операция выполнялась газопламенной пайкой внешними свинцовыми перемычками [1]. Однако, более технологичной оказалась конструкция аккумуляторов, в которой блоки смежных секций