

УДК-621.311

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ НАРАСТАЮЩЕГО КОЛИЧЕСТВА ВЫСШИХ ГАРМОНИК В СЕТЯХ ГРАЖДАСКОГО И ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Тургенев И.А., студент гр. АГс-171, V курс, техник научно-исследовательской лаборатории цифровой трансформации предприятий минерально-сырьевого комплекса

Хорешок А.А., д.т.н., профессор, директор горного института

Научный руководитель: Ермаков А.Н., к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

В настоящее время происходит повсеместная электрификация всех сфер деятельности человека. Согласно официальным данным, объемы производства и потребления электрической энергии в Российской Федерации с 2015 по 2019 г. имели устойчивую тенденцию роста.[1, 2, 4] Наибольший объем потребления электроэнергии наблюдается по таким видам экономической деятельности, как добыча полезных ископаемых (ПИ), обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии, газа и воды (575,9 млрд. кВт.ч). Второе место по потреблению электроэнергии принадлежит городскому и сельскому населению (163,4 млрд. кВт.ч); затем другим видам экономической деятельности (96,9 млрд. кВт.ч); потерям в электросетях (95,6 млрд. кВт.ч); транспорту и связи (92,2 млрд. кВт.ч); оптовой и розничной торговле (29,5 млрд. кВт.ч); сельскому хозяйству (11,8 млрд. кВт.ч.).



Рисунок 1 – Объемы потребления электроэнергии в России в год

Из-за растущих объемов потребления электроэнергии требования к ее качеству с каждым днем растут. По ГОСТ 32144-2013 выделяют 8 показателей качества электроэнергии [5]. Показатели качества представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества электроэнергии.

Свойства электрической энергии	Показатель КЭ
Отклонение напряжения	Установившееся отклонение напряжения $dU_y$
Колебания напряжения	Размах изменения напряжения Доза фликера $P_t$
Несинусоидальность напряжения	Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения $K_u$ Коэффициент n-й гармонической составляющей напряжения $K_{u(n)}$
Несимметрия трехфазной системы напряжений	Коэффициент несимметрии напряжений: по обратной последовательности $K_{2u}$ ; По нулевой последовательности $K_0$
Отклонение частоты	Отклонение частоты $\Delta f$
Провал напряжения	Длительность провала напряжения $\Delta f_{\text{п}}$
Импульс напряжения	Импульсное напряжение $U_{\text{имп}}$
Временное перенапряжение	Коэффициент временного перенапряжения $K_{\text{пер}} U$

В данный момент наблюдается тенденция распространения нелинейной нагрузки в промышленном и гражданском секторе. Основными источниками нелинейной нагрузки являются 3 группы потребителей.

Первая группа включает в себя силовое электрооборудование – это основные виды электропривода, источники бесперебойного питания, нагревательные элементы большой мощности и преобразователи частоты.[2]

Вторая группа состоит из электродуговых устройств сварочные аппараты, печи, освещение и т.д.

Третья группа потребителей – это насыщаемые приборы. [3]

Из-за использования данных приборов снижается качество электроэнергии путем искажения синусоидальности напряжения и тока в общей сети, и генерации высших гармонических колебаний, а это приводит к:

- 1) Изменению значений напряжения и токов в системе электроснабжения (СЭС) из-за резонансов на частотах гармоник.
- 2) Снижению эффективности процессов снабжения потребителей электроэнергий.
- 3) Увеличенному износу, сокращению срока старения и срока службы изоляции электрооборудования.

4) Некорректной работе устройств защиты, автоматики и мониторинга состояния.

Для того чтобы минимизировать последствий действий высших гармоник можно применить аналитический и технический метод. Аналитический и технический метод заключается в том, чтобы исключить негативные воздействия высших гармоник на стадии разработки проекта СЭС, а также изучение условий эксплуатации, технические характеристики элементов СЭС в виде источников электрической энергии, потребителей, схемы распределения и места подключения нагрузки к СЭС существующих систем с помощью специализированных приборов оценки качества электроэнергии. После проведения анализа сетей производится подбор технических средств для фильтрации высших гармоник. В данный момент большое разнообразие производителей приборов оценки качества электроэнергии, например: Fluke Corporation (США), МАРС-ЭНЕРГО (РФ), Mertel (Словения), GOSSEN METRAWATT GmbH (Германия, входит в международную организацию), Sonel (Польша).

Таким образом, можно сделать вывод, что в данный момент актуальна проблема наличия высших гармоник в сетях промышленного и гражданского назначения из-за нарастающего количества объемов потребления электроэнергии и потребителей нелинейной нагрузки. Данная проблема приводит к большим потерям в сетях, а также выводит из строя электрооборудование, тем самым нанося большой негативных экономических эффект для всех производителей и потребителей электроэнергии.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075-03-2021 138/3).*

*The research was supported by the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (№ 075-03-2021-138/3)*

### **Список литературы**

1. Дегтярев А. Н., Кузнецова А. Р. Электробаланс По Видам Экономической Деятельности В Российской Федерации Государственное автономное научное учреждение «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», 2021.С. 36–42.

2. Рудых А. В., Сукьясов С. В. ВЛИЯНИЕ СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕТЯХ 0.38 кВ // Вестник Иргсха. 2017. № 80.

3. Kuznetsova Alfiya Energy consumption structure and economic growth in the Russian Federation Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020.С. 12206.

4. Гармоники в электрических сетях: причины, источники, способы защиты [Электронный ресурс]. URL: <https://www.asutpp.ru/garmoniki-v-elektricheskikh-setyah.html> (дата обращения: 28.03.2022).

5. Основные характеристики российской электроэнергетики | Министерство энергетики [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/532> (дата обращения: 28.03.2022).

6. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения от 22 июля 2013 - docs.cntd.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200104301> (дата обращения: 03.04.2022).