

## Раздел 3. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

---

УДК 620.91

С. Н. Авлиякулова<sup>1</sup>, М. И. Махмудов<sup>2</sup>, А. Т. Паноев<sup>3</sup>

S. N. Avliyakulova, M. I. Maxmudov, A. T. Panoev

<sup>1,3</sup>*Бухарский институт управления природными ресурсами  
Национального исследовательского университета  
«Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации  
сельского хозяйства», Бухара (Узбекистан)*

<sup>2</sup>*Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара (Узбекистан)*

*Bukhara Institute of Natural Resource Management  
of the National Research University*

*«Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural  
Mechanization Engineers», Bukhara (Uzbekistan)*

*Bukhara Engineering-Technological Institute, Bukhara (Uzbekistan)*

[nodir.1971@mail.ru](mailto:nodir.1971@mail.ru)

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И ГАРМОНИК В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ СОЛНЕЧНЫХ И ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ EFFICIENCY OF REACTIVE POWER COMPENSATION AND HARMONICS IN ELECTRIC NETWORKS OF SOLAR AND WIND POWER PLANTS

*Аннотация.* Обоснована эффективность использования компенсаторов реактивной мощности СТАТКОМ и шунтированных фильтров гармоник – LC на солнечных и ветровых электростанциях, расположенных в жарко-пустынных районах.

*Abstract.* The efficiency of using STATKOM reactive power compensators and shunted harmonic – LC filters at solar and wind power plants located in hot desert areas is substantiated.

*Ключевые слова:* реактивная мощность; гармоники; компенсаторы реактивной мощности; фильтры гармоник.

*Keywords:* reactive power; harmonics; reactive power compensators; harmonic filters.

Современное производство, характеризующееся автоматизацией умственного труда и технологических процессов, производит высококачественную продукцию. Производство и эксплуатация такой продукции выдвигает проблему необходимости повышения качества используемой электроэнергии.

Основными показателями качества электроэнергии являются: уровень компенсации реактивной мощности и гармоник в сетях электроснабжения.

Реактивная мощность – часть полной мощности, которая не была передана в нагрузку, а привела к потерям на нагрев и излучение. Она не выполняет полезную работу, а служит для создания переменных магнитных полей в индуктивных электроприёмниках (силовые трансформаторы, асинхронные двигатели и др.), а также электрического поля в конденсаторах. Реактивная мощность непрерывно циркулирует между источником и электроприёмником.

Исходя из этого реактивная мощность может рассматриваться как периодический обмен электрической энергией между источником и электроприёмником с двойной частотой по отношению к частоте переменного тока без преобразования ее в другой вид энергии. Ее значение непостоянна, временами может изменяться значительно, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. Реактивная мощность ( $Q$ ) равна произведению действующих значения тока ( $I$ ) и напряжения ( $U$ ) на синус угла сдвига фаз между ними ( $\sin \varphi$ ):  $Q = I \cdot U \cdot \sin \varphi$  [вар].

Единицей измерения реактивной мощности является – вольт ампер реактивная (вар, var).

Несбалансированность реактивной мощности приводит к негативным последствиям, в том числе увеличивает нагрузку на силовые трансформаторы, что снижает их срок службы; увеличивает нагрузки на провода и кабели, что приводит к необходимости использовать провода и кабели большего сечения; повышается уровень высших гармоник в сети; повышает уровень потребления электроэнергии, вследствие увеличения потерь в системе электроснабжения.

К специфическим причинам возникновения значительных колебаний величины реактивной мощности в сети солнечных электростанций, расположенных в жарких пустынных местностях, относятся следующие условия:

- при пыльных бурях интенсивность солнечной радиации на поверхности солнечных панелей и следовательно напряжения в сети резко падает. Это становится причиной резкого колебания величины реактивной мощности;
- пыльные бури загрязняют поверхности солнечных батарей. А утренняя роса, способствует накоплению и укреплению этих загрязнений.

Для ветровых электростанций такими специфическими условиями являются:

- сильные продолжительные ветра с порывами до 40 м/с способны разгонять лопасти ветрогенератора до больших скоростей, что способствует повышению напряжения и резкому возрастанию величины реактивной мощности;
- пыльные бури с большим содержанием кварцевых частиц со временем способны привести к дефектам поверхности лопастей, к снижению коэффициента полезного действия ветрогенератора, изменению баланса реактивной мощности.

Гармоники представляют собой производные по частоте от основной синусоиды 50 Гц и являются кратными её величине (рис.1).

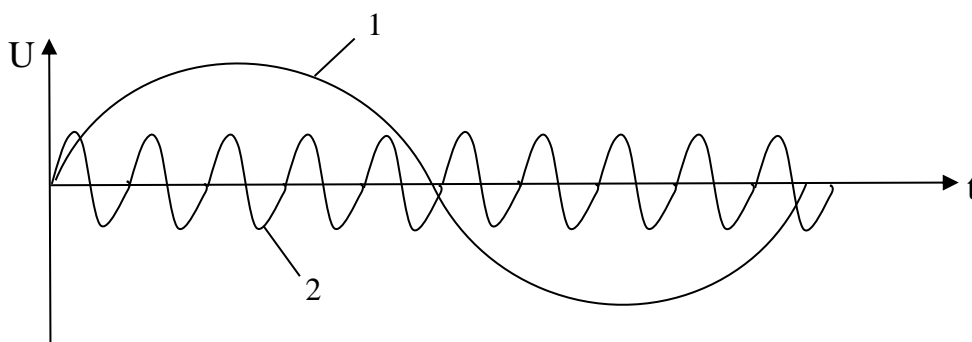


Рис. 1. Гармоники в электрических сетях:  
1 – 1-ая гармоника, 50 Гц; 2 – 5-ая гармоника, 250 Гц

Сущность гармоники можно выразить следующим образом – это некая электродвижущая сила, которая не может поглощаться потребителями, и как следствие этого возникает её негативное влияние на силовые сети. Причинами возникновения гармоник являются переходные процессы и нелинейные нагрузки. Главной причиной гармонических искажений является наличие переходных процессов в электрических сетях. К устройствам обуславливающим существенную величину искажения, которые способны нанести достаточно большой ущерб приборам можно отнести приводы постоянного и переменного тока, полупроводниковые преобразователи, двигатели, трансформаторы.

Переходные процессы характерны и для активных, и для реактивных сопротивлений, то есть эти сопротивления в сетях электропитания могут способствовать генерации гармоник.

В электросетях солнечных электростанций одним из основных источников гармоник являются переходные процессы, протекающие в инверторе. Данное устройство предназначено для преобразования постоянного тока, идущего от солнечных панелей через контроллер, в переменный ток, направляемый потребителю. Например, постоянный ток низкого напряжения 12–24 В преобразует в переменный ток высокого напряжения 220 В. Наряду с этим инвертор выполняет следующие функции: измерение (величину тока, напряжения, частоты, мощности); автоматическое включение и отключение резервного генератора; отправлять электроэнергию непосредственно в сеть, минуя аккумуляторные батареи (сетевые инверторы); заряжать аккумуляторы от сети или генератора.

На возникновение гармоник, гармонических искажений в инверторе, электросети солнечных электростанций ощутимое влияние оказывает периодически возникающие резкие колебания интенсивности солнечной радиации на поверхности солнечных панелей.

Сильные продолжительные пыльные бури (со скоростью до 15 м/с в течение 60–260 дней в году) с резкими порывами ветра (до 40 м/с), и утренняя роса способствует загрязнению солнечных панелей, что приводит к резким колебаниям величины напряжения. Это становится дополнительным фактором возникновения гармоник и гармонических искажений.

При постоянном присутствии факторов, генерирующих гармоники, их воздействия могут обуславливать различные негативные последствия:

- приводят к чрезмерному нагреву, выводящему из строя изоляцию двигателей, обмотки, трансформаторы, диэлектрики;
- нелинейные нагрузки вызывают асимметрию в промышленных сетях с трехфазными источниками;
- способствуют ускорению электрического старения оборудования, высокоточных измерительных приборов;
- порождают потребность в увеличении сечений нулевых проводов в трехфазных сетях;
- приводит к потерям электроэнергии, дополнительным финансовым расходам на ремонт оборудования.

Для предотвращения негативных последствий используются устройства компенсации реактивной мощности и гармоник. Выполненные теоретические исследования позволили сделать следующие выводы:

- для компенсации реактивной мощности на фундаментальной частоте и на ветровых, и на солнечных электростанциях эффективны только быстродействующие автоматические конденсаторные установки коммутацией ступеней бесконтактными тиристорными ключами и интерфейсами связи с программно-аппаратными комплексами (АСУ). Этим обуславливается необходимость использования синхронного компенсатора, известного как «Статический компенсатор СТАТКОМ». Он предназначен для регулирования реактивной мощности в диапазоне плюс – минус 100 %. СТАТКОМ представляет собой инвертор напряжения с внутренним сопротивлением близким к нулю. Время отклика (задержки) на ступенчатое изменение установки не превышает 0,4 мс. Он позволяет за десятки миллисекунд осуществлять подключение и отключение части своей мощности. На этой основе обеспечивается оптимальный уровень реактивной мощности. Автоматическая конденсаторная уста-

новка может повысить коэффициент мощности  $\cos \varphi$  с 0,6 до 0,97. Экономический эффект от установки компенсации реактивной мощности по статистике составляет от 12...50 %.

- эффективной защитой от гармоник является шунтирующие LC-фильтры погашения и компенсации гармоник в электросетях (нейтрализуящий влияние переходных процессов). При этом в качестве входного фильтра целесообразно применение устройства с активным подавлением гармоник – активного кондиционера гармоник (АКГ), который нейтрализует влияние нелинейных нагрузок.

#### **Список литературы**

1. Авляякулова, С. Н. Востребованность использования статических компенсаторов реактивной мощности СТАТКОМ на солнечных и ветряных электростанциях / С. Н. Авляякулова, М. И. Махмудов // Universum: технические науки. – 2021. – № 8(89). – С. 96–99.
2. Минин, Г. П. Реактивная мощность / Г. П. Минин. – Москва : Энергия, 1978. – 86 с.
3. Yuldoshev, I. A. Quyosh energetigasi / I. A. Yuldoshev, M. N. Tursunov, S. Q. Shogo'chqorov, T. R. Jamolov. – Tashkent : «Sano-standar» nashriyoti, 2019. – 167 p.

УДК 331.108

**К. В. Ланских, С. Н. Копылов**

**K. V. Lanskikh, S. N. Kopilov**

**ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет, Екатеринбург**

**Russian State Vocational Pedagogical University, Ekaterinburg**

**lanskikh\_1997@mail.ru, kopilov\_78@mail.ru**

### **МОДЕЛЬ КОМПЕТЕНЦИЙ ФИНАНСОВОГО ЭКСПЕРТА АО «ПОЧТА БАНК»**

### **THE COMPETENCE MODEL OF THE FINANCIAL EXPERT OF JSC «POST BANK»**

***Аннотация.** В статье предложена система улучшения качества оказания банковских услуг путем внедрения модели компетенций финансового эксперта, а также методика сбора информации об удовлетворенности клиентов работой финансового эксперта.*

***Abstract.** The article proposes a system for improving the quality of banking services by introducing a model of competencies of a financial expert, as well as a method for collecting information about customer satisfaction with the work of a financial expert.*

***Ключевые слова:** Почта Банк; банковские услуги; финансовый эксперт; модель компетенций; кластер компетенций; индикаторы компетенций; уровень компетентности.*

***Keywords:** Post Bank; banking services; financial expert; competence model; competence cluster; competence indicators; competence level.*