

Н. С. Полуянов, В. И. Силаев, И. М. Хузмиев, Р. В. Клюев
Северо-Кавказский горно-металлургический институт (ГТУ),
г. Владикавказ
kluev-roman@rambler.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ НАПРЯЖЕНИЯ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В работе приведены результаты исследования несинусоидальности напряжения в системе электроснабжения предприятия цветной металлургии. Установлено, что искажение формы напряжения происходит за счет влияния 11-й гармоники, значение коэффициента несинусоидальности напряжения которой превышает 1,5 %.

Ключевые слова: несинусоидальность напряжения, гармоника, электроснабжение.

N. S. Poluyanov, V. I. Silaev, I. M. Khuzmiev, R. V. Klyuev
North Caucasian Institute of mining and metallurgy
(State Technological University), Vladikavkaz

STUDY OF NONSINUSOIDALITY OF VOLTAGE IN THE SYSTEM OF ELECTRIC SUPPLY OF THE INDUSTRIAL ENTERPRISE

The paper presents the results of a study of voltage non-sinusoidality in the power supply system of a non-ferrous metallurgy enterprise. It is established that the distortion of the voltage shape occurs due to the influence of the 11th harmonic, the value of the coefficient of non-sinusoidality of the voltage of which exceeds 1.5 %.

Keywords: voltage non-sinusoidality, harmonics, power supply.

В процессе потребления электрической энергии происходит искажение формы синусоидальных токов и напряжений,

обусловленное наличием на промышленных предприятиях нелинейных нагрузок. Для цветной металлургии наиболее энергоемким оборудованием являются вентильные преобразователи, электродуговые и индукционные печи, генерирующие в систему электроснабжения (СЭС) высшие гармоники (ВГ) токов и напряжений [1]. В статье приведены результаты исследования несинусоидальности напряжения в СЭС предприятия цветной металлургии для одного их технологических переделов.

Однолинейная схема электроснабжения подстанции приведена на рис. 1.

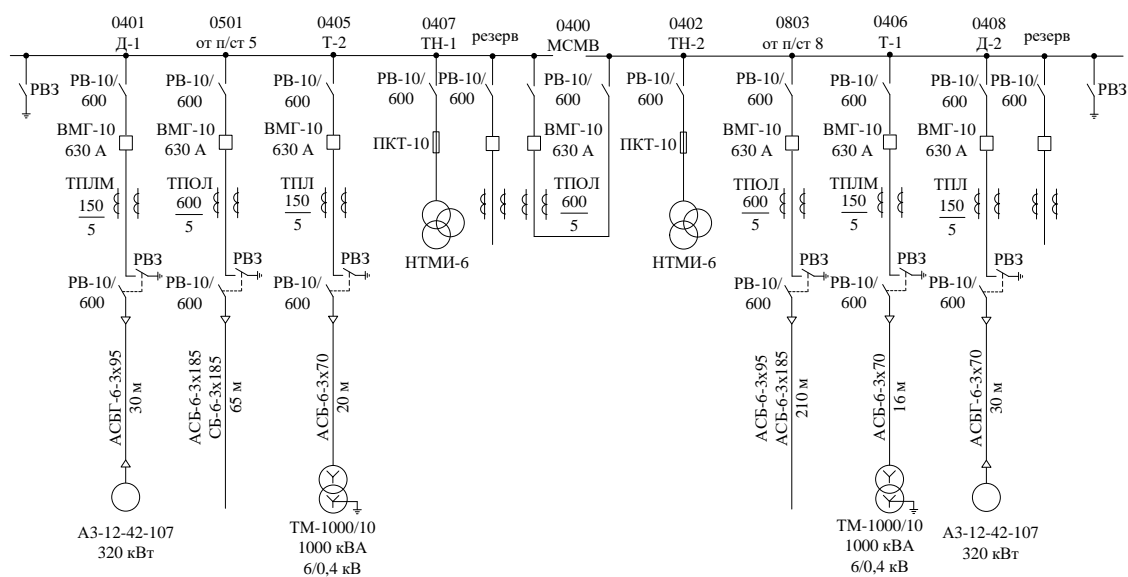


Рис. 1. Однолинейная схема электроснабжения подстанции

Подстанция предназначена для электроснабжения вельщеха. На подстанции имеются низковольтные батареи статических конденсаторов (БСК), но в период проведения измерения они были отключены. Из рис. 1 видно, что от подстанции питаются 2 асинхронных двигателя, каждый мощностью 320 кВт и 2 трансформатора ТМ-1000/10.

С помощью прибора ПКК-57 проведены измерения электрических параметров и коэффициентов искажения синусоидальности кривых токов и напряжений фидера 0803 (от п/ст 8). Результаты измерений приведены ниже.

Измерения проведены на фидере во вторичной цепи напряжением 100 В. Графики изменения фазных токов $\{I_{\phi}=f(t)\}$ и

межфазных напряжений $\{U_{\text{мф}}=f(t)\}$ на стороне 6 кВ с учетом коэффициентов трансформации трансформатора тока $(\frac{600}{5})$ и напряжения $(\frac{6000}{100})$ в течение двухминутного периода времени в качестве примера приведены на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что ток в фазах изменяется от 0 до 100 А: наибольшее значение тока наблюдается в 3-й фазе (100 А). В период времени с 10⁰⁰ до 10⁵⁰ нагрузка на фидере отсутствовала. По результатам измерений установлено, что гармонических составляющих по току не наблюдается.

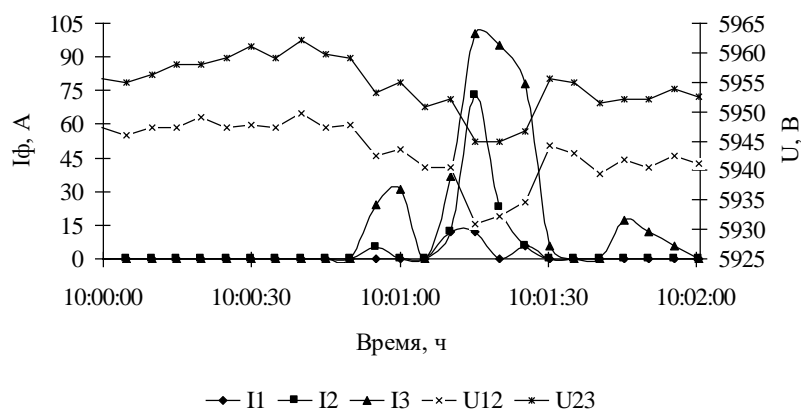


Рис. 2. Графики изменения межфазных напряжений и фазных токов фидера 0803

Гистограмма изменения коэффициентов n -ой гармонической составляющей межфазных напряжений ($k_{U(n)}$) приведена на рис. 3.

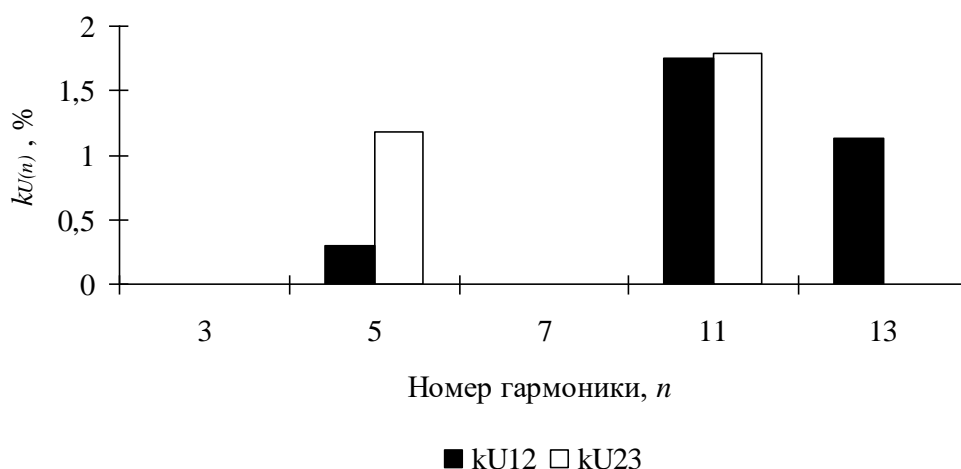


Рис. 3. Гистограмма изменения коэффициентов n -ой гармонической составляющей межфазных напряжений

Из рис. 3 видно, что между 1-й и 2-й фазами наблюдаются 5, 11 и 13 гармонические составляющие по напряжению, в то время, как между 2-й и 3-й– 11 и 13 составляющие. Уровень 5-й гармоники между 1-й и 2-й фазами носит неустойчивый характер.

Анализируя результаты, полученные по фидеру 0803, можно сделать следующие выводы:

1) график изменения фазных токов имеет синусоидальную форму, не искаженную гармоническими составляющими;

2) для межфазных напряжений характерно наличие 5, 11, 13 гармонической составляющей по напряжению, значение $k_{U(n)}$ изменяется в пределах 0,3–1,8 %. Наибольшее влияние оказывает 11 гармоника, 13-я гармоника наблюдается только между 1-й и 2-й фазами.

3) значение k_U не превышает нормально допустимых по ГОСТ 13109-97 значений k_U ($k_{U_{норм}} = 5\%$ при $U_{ном} = 6–20$ кВ).

Аналогичные исследования проведены и для технологических переделов предприятия цветной металлургии [2–4].

Список использованных источников

1. Клюев Р. В. Математическое моделирование в процессе производства и потребления электроэнергии // Аудит и финансовый анализ. 2012. № 1. С. 436–444.
2. Васильев И. Е., Клюев Р. В., Котова О. А., Васильев Е. И. Определение фактического вклада потребителя и системы в несинусоидальность напряжения при управлении работой батарей статических конденсаторов на предприятиях цветной металлургии // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2010. № 3. С. 58–63.
3. Васильев И. Е., Васильев Е. И., Клюев Р. В., Котова О. А. Математическая модель расчета ФВП в несинусоидальность напряжения // Исследования по современному анализу и математическому моделированию : сборник трудов конференции; отв. ред.: Ю. Ф. Коробейник, А. Г. Кусраев. Владикавказ : Южный математический институт Владикавказского НЦ РАН и Правительства Республики Северная Осетия-Алания, 2008. С. 332–337.
4. Клюев Р. В. Математическая модель расчета высших гармонических составляющих токов и напряжений при работе вентильных преобразователей // Энерго- и ресурсосбережение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : сборник материалов Всерос. студен. олимпиады, науч.-практ. конф. и выставки работ студентов, аспирантов и молодых ученых. Екатеринбург : УрФУ, 2007. С. 118–120.