

$$\underline{U}_{A0} = -\frac{W_1}{W_2} \underline{U}_{a0} - \frac{W_2}{W_1} I_{a0} \cdot \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 Z_{(2-3)0} = 0, \quad (5)$$

откуда

$$-\frac{W_1}{W_2} \underline{U}_{a0} = \frac{W_2}{W_1} I_{a0} \cdot \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 Z_{(2-3)0}. \quad (6)$$

Сложив выражения (4) и (6), получим:

$$\underline{U}_a = -\frac{W_2}{W_1} (\underline{U}_{A1} - \underline{U}_{A2} + I_{A1} Z_{K1} + I_{A2} Z_{K2}) - I_{a0} Z_{(2-3)0}. \quad (7)$$

Аналогично определим вторичные напряжения фаз «В» и «С»:

$$\underline{U}_b = -\frac{W_2}{W_1} (\underline{U}_{B1} - \underline{U}_{B2} + I_{B1} Z_{K1} + I_{B2} Z_{K2}) - I_{b0} Z_{(2-3)0}; \quad (8)$$

$$\underline{U}_c = -\frac{W_2}{W_1} (\underline{U}_{C1} - \underline{U}_{C2} + I_{C1} Z_{K1} + I_{C2} Z_{K2}) - I_{c0} Z_{(2-3)0}. \quad (9)$$

Список использованной литературы

1. Збродыга, В.М. Улучшение показателей несинусоидальности и несимметрии напряжений в электроустановках сельскохозяйственного назначения применением трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-треугольник с зигзагом»: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02/ В.М. Збродыга. – Минск, 2010. – 20 с.
2. Збродыга, В.М. Особенности преобразования электрической энергии в трансформаторе со схемой соединения обмоток «звезда-треугольник с зигзагом»/ В.М. Збродыга, М.А. Прищепов, А.И. Зеленкевич, Г.И. Янукович// Агропанорама. – 2022. – № 5. – С. 25–33.

**Зеленкевич А.И., к.т.н., Збродыга В.М., к.т.н., доцент,
Жидович А.А., Матреничев Е.А., Коротышевский Е.Ю.
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь
ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЕЙ НЕСИММЕТРИИ
НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 0,4кВ
МОЛОЧНО-ТОВАРНОЙ ФЕРМЫ**

Несимметричное трехфазное напряжение приводит к снижению производительности и срока службы электротермических, электро-

технологических и осветительных установок, нарушению режимов работы систем управления технологическими процессами.

Исследования уровня несимметрии напряжений по ГОСТ 32144-2013 [1] проводились при выполнении научно-исследовательской работы в электрических сетях молочно-товарной фермы на 400 голов в Минском районе с использованием цифрового трехфазного анализатора «Fluke 435» в сетях напряжением 0,4 кВ.

Измеренное значение напряжения – фаза «А» 240,4÷242,6 В, фаза «В» 233,6÷237,8 В, фаза «С» 237,1÷240,9 В.

По результатам измерений, определили значение отклонения напряжения для основной частоты (50Гц) δU_y (в %) по формуле:

$$\delta U_y = \frac{U_y - U_n}{U_n}; \quad (1)$$

где U_y – усреднённое значение фазного напряжение, В;

U_n – номинальное фазное напряжение, В.

ГОСТ 32144-2013 предусматривает нормально допустимое значение отклонения напряжения равно $\pm 10\%$. Результаты расчёта отклонения напряжения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчета отклонений напряжения в электрической сети 0,4кВ молочно-товарной фермы

| Показатель | фаза А | фаза В | фаза С |
|----------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Измеренное значение напряжения наибольшее, В | 242,6 | 237,8 | 240,9 |
| Величина отклонения напряжения наибольшее, % | 5,48 | 3,39 | 4,74 |
| Измеренное значение напряжения наименьшее, В | 240,4 | 233,6 | 237,1 |
| Величина отклонения напряжения наименьшее, % | 4,52 | 1,57 | 3,09 |

Далее определили коэффициент несимметрии напряжений по ГОСТ 32144-2013, который предусматривает нормально допустимое значение коэффициента несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательностям – 2 %, предельно допустимое – 4 %.

Результаты расчета коэффициентов несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательностям приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения коэффициентов несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательностям

| Наименование ввода | Показатель | Значение |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| сеть 0,4кВ молочно-товарной фермы | Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности $K_{2(1)}$, % | 0,54 |
| | Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности $K_{0(1)}$, % | <u>2,04</u> |

Как видно из результатов расчета, величины коэффициентов несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательности в электрической сети 0,4кВ молочно-товарной фермы превышают установленные ГОСТ 32144-2013 нормы – 2 %.

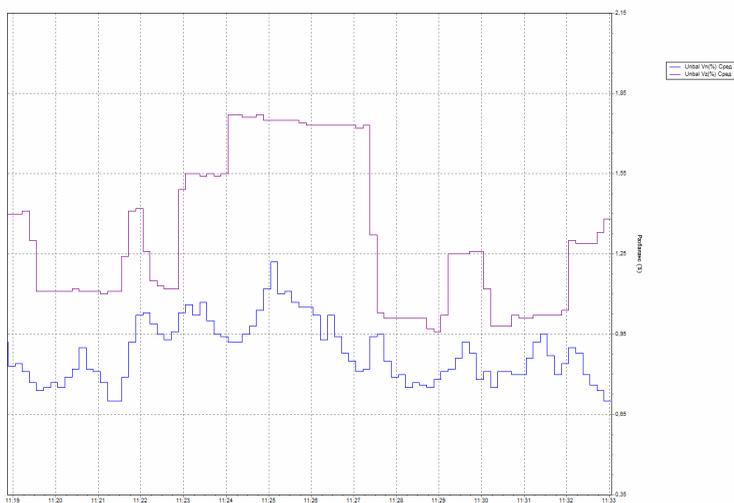


Рисунок 1 – График изменения коэффициентов несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательностям по фазам *A*, *B*, *C*, соответственно

Вывод. В связи с тем, что величина коэффициента несимметрии напряжения по нулевой последовательности в электрической сети 0,4кВ молочно-товарной фермы превышает допустимые 2 %, сле-

дует предусмотреть внедрение организационных и технических мероприятий по симметрированию нагрузки.

Список использованных источников

1. ГОСТ 32144-2013 (EN 50160:2010, NEQ). Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Взамен ГОСТ 13109-97 ; введ. 01.02.2016. – Минск : Госстандарт, Минск : БелГИСС, 2015. – Ш, 16 с. : ил., табл. – (Государственный стандарт Республики Беларусь).

**Зеленькевич А.И., к.т.н., Збродыга В.М., к.т.н., доцент,
Кот В.К., Литовченко А.А., Олейников Д.А.
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь
ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЕЙ НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТИ
НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 0,4кВ
МОЛОЧНО-ТОВАРНОЙ ФЕРМЫ**

Наличие высокого уровня искажающих воздействий в напряжении питания электроприемников снижает их производительность, срок службы, нарушают режимы работы систем управления.

Исследования уровня несинусоидальности напряжений по ГОСТ 32144-2013 [1] проводились при выполнении научно-исследовательской работы последовательности в электрической сети 0,4кВ молочно-товарной фермы.

Измерения электрических параметров выполнялись с использованием цифрового трехфазного анализатора «Fluke 435» в сетях напряжением 0,4 кВ, который подключался к первичным цепям: цепи измерения напряжения – непосредственно; цепи измерения тока – с применением комплектных датчиков тока с диапазоном измерения тока $0=3000\text{A}$. Графики измеренных величин представлены на рисунках 1–3.