

2.4.5 Энергетические системы и комплексы (технические науки)

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕПОЛНОФАЗНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СЕТИ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОТЕРИ МОЩНОСТИ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА, ПИТАЮЩЕГО НЕЛИНЕЙНУЮ НЕСИММЕТРИЧНУЮ НАГРУЗКУ

**М.А. ЮНДИН**, канд. техн. наук, профессор  
m.a.ju@yandex.ru

**M.A. YUNDIN**, Cand. Sci. (Tech.), Professor

**А.А. СЫСОЕВ**, обучающийся

**A.A. SYSOEV**, student

Азово-Черноморский инженерный институт – филиал «Донской государственной аграрной университет», Российская Федерация  
Зерноград

Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of the Don State Agrarian University, Russian Federation, Zernograd

**Аннотация.** Приведены результаты лабораторных исследований влияния неполнофазных режимов работы на величину дополнительных потерь мощности силового трансформатора с нелинейной несимметричной нагрузкой. Выявление изменения дополнительных потерь мощности косвенно выполнялось при помощи К-фактора, измеренного прибором НЮКИ 3196. Оценка влияния неполнофазных режимов работы силового трансформатора при несимметричном и несинусоидальном режиме работы на величину дополнительных потерь мощности в нем. На физической модели сети напряжением 0,38 кВ, питающейся от силового трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда/ звезда с нулем», создавались несимметричные несинусоидальные режимы работы. Затем в одной из фаз физической модели сети имитировался неполно фазный режим работы. Измерения электрических величин осуществлялось при помощи сертифицированного измерительного прибора НЮКИ 3196. Выполненные исследования подтверждают, что для снижения дополнительных потерь мощности в силовом трансформаторе необходимы ограничения неполнофазных режимов со стороны источников питания либо за счет своевременной сигнализации о возникшем режиме, либо за счет отключения нагрузки на стороне низшего напряжения. Анализ результатов исследований показывает, что при всех исследованных режимах работы модели сети К-фактор больше единицы, а это значит, что в трансформаторе возникают дополнительные потери мощности от токов высших гармоник.

**Ключевые слова:** несимметрия, несинусоидальность, К-фактор, силовой трансформатор

**Список источников**

1. Юндин М.А. Электропитающие системы и электрические сети / Учебное пособие. – Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2005. – 76 с.
2. Климов В.П., Москалев А.Д. Проблемы высших гармоник в современных системах электропитания // Практическая силовая электроника. Науч.-техн.сб./Под ред. Малышкова Г.М., Лукина А.В.- М.: АОЗТ "ММП-Ирбис", 2002. Вып 5. С.

3. Пентегов И.В. Особенности расчета K- и KR-факторов распределительных трансформаторов и трансформаторов устройств преобразовательной техники / И.В. Пентегов, В.Н. Сидорев, С.В. Рымар, И.В. Волков, М. Levin, А. Hoevenaars // Техническая электродинамика: Силовая электроника и энергоэффективность. Ч. 4. – К.: Москва, 2020. – С. 33-39.

4. Кобзистый, О. В. Совершенствование защиты электродвигателей от несимметрии питающего напряжения (На примере птицеводческих помещений): дис. ...канд. техн. наук / О.В. Кобзистый. – Зерноград: АЧГАА, 2000. – 143с.

## **ASSESSMENT OF THE EFFECT OF INCOMPLETE-PHASE NETWORK OPERATION ON ADDITIONAL POWER LOSSES OF A POWER TRANSFORMER FEEDING A NONLINEAR UNBALANCED LOAD**

**Abstract.** *The results of laboratory studies of the effect of incomplete-phase operating modes on the amount of additional power losses of a power transformer with a nonlinear asymmetric load are presented. The detection of changes in additional power losses was indirectly performed using the K-factor measured by the HIOKI 3196 device. Assessment of the effect of incomplete-phase modes of operation of a power transformer in asymmetric and non-sinusoidal modes of operation on the amount of additional power losses in it. On a physical model of a 0.38 kV network powered by a power transformer with a "star/star with zero" winding connection scheme, asymmetric non-sinusoidal operating modes were created. Then, an incomplete operation mode was simulated in one of the phases of the physical network model. Measurements of electrical quantities were carried out using a certified HIOKI 3196 measuring instrument. The performed studies confirm that in order to reduce additional power losses in a power transformer, it is necessary to limit the incomplete-phase modes on the part of the power sources, either by timely signaling of the mode that has occurred, or by disconnecting the load on the low-voltage side. An analysis of the research results shows that under all the studied operating modes of the network model, the K-factor is greater than one, which means that additional power losses from higher harmonic currents occur in the transformer.*

**Keywords:** *asymmetry, non-sinusoidal, K-factor, power transformer*

**References**

1. Yundin, M. A. Power Supply Systems and Electrical Networks: Study Guide. – Zernograd: Achinsk State Agro-Engineering Academy (ASAEA), 2005. – 76 p.
2. Klimov, V. P., Moskalev, A. D. Problems of Higher Harmonics in Modern Power Supply Systems // Practical Power Electronics. Scientific and Technical Collection / Edited by G. M. Malyshev, A. V. Lukin. – Moscow: AOZT "MMP-Irbis", 2002. – Issue 5.
3. Pentegov, I. V. Specific Features of Calculating K- and KR-Factors of Distribution Transformers and Transformers for Power Conversion Equipment / I. V. Pentegov, V. N. Sidorets, S. V. Rymar, I. V. Volkov, M. Levin, A. Hoevenaars // Technical Electrodynamics: Power Electronics and Energy Efficiency, Part 4. – Kyiv-Moscow, 2020. – pp. 33-39.
4. Kobzisty, O. V. Improvement of Electric Motor Protection Against Supply Voltage Unbalance (Case Study of Poultry Farming Facilities): PhD (Engineering) Dissertation. – Zernograd: Achinsk State Agro-Engineering Academy (ASAEA), 2000. – 143 p.

© Юндин М.А., Сысоев А.А., 2025