

# АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПОВІТРЯНИМ ОХОЛОДЖЕННЯМ СИЛОВИХ МАСЛЯНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*Розглянуто питання забезпечення необхідних температурних режимів силових трансформаторів, зокрема за рахунок реалізації систем примусової циркуляції повітря для покращення їх умов експлуатації, обґрунтовано актуальність розробки автоматизованих систем керування примусовою циркуляцією повітря для повітряного охолодження радіаторів масляних трансформаторів*

**Ключові слова:** охолодження трансформаторів, автоматизована система керування, промислові логічні контролери

## Abstract

*The issue of ensuring the necessary temperature regimes of power transformers is considered, in particular due to the implementation of forced air circulation systems to improve their operating conditions, the relevance of the development of automated forced air circulation control systems for air cooling of radiators of oil transformers is substantiated*

**Keywords:** transformer cooling, automated control system, industrial logic controllers

На сьогоднішній день системи електропостачання являють собою складні виробничі об'єкти, всі елементи яких беруть участь в єдиному виробничому процесі. Тому надійне і економічне функціонування систем електропостачання можливе за умов автоматизованого керування ними.

Слід відмітити, що на більшості промислових підприємств нашої країни застосовуються ще старі системи ручного обслуговування. Застосування засобів обчислювальної техніки, промислових контролерів та мікропроцесорних рішень в системах електропостачання є закономірним продовженням розвитку існуючого рівня автоматизації цих систем. На даний час засоби автоматизації вирішують багато задач для систем електропостачання: забезпечення захисту, регулювання напруги, регулювання потужності конденсаторних батарей, автоматичне ввімкнення резерву, моніторинг навантажень, реалізують віддалене диспетчерське керування, автоматизовані системи обліку споживання електроенергії тощо.

Під час проходження практики на підприємстві ПрАТ «Біо мед скло» [1] особлива увага була звернута на питання кліматичних умов експлуатації силових трансформаторів.

Згідно класифікацій, наявних у багатьох літературних джерелах [2, 3], трансформатори мають різні типи системи охолодження (відповідно до будови трансформатора):

- 1) сухі трансформатори, мають
  - 1.1) природне повітряне охолодження при відкритому виконанні (С);
  - 1.2) природне повітряне охолодження при захищеному виконанні (СЗ);
  - 1.3) природне повітряне охолодження при герметизованому виконанні (СГ);
  - 1.4) повітряне з примусовою циркуляцією повітря (СД);
- 2) масляні трансформатори, мають
  - 2.1) природне масляне охолодження (М);
  - 2.2) масляне охолодження з дуттям і природною циркуляцією масла (Д);
  - 2.3) масляне охолодження з дуттям і примусовою циркуляцією масла через повітряні охолоджувачі (ДЦ);
  - 2.4) масляно-водяне охолодження з примусовою циркуляцією масла (Ц);
  - 2.5) масляно-водяне охолодження з направленим потоком масла (НЦ);
- 3) Трансформатори з негорючим рідким діелектриком, мають
  - 3.1) природне охолодження негорючим рідким діелектриком (Н);

3.2) охолодження негорючим рідким діелектриком з примусовою циркуляцією повітря (НД);

3.3) охолодження негорючим рідким діелектриком з примусовою циркуляцією повітря і з направленим потоком рідкого діелектрика (ННД).

Згідно Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів [4] за номінального навантаження трансформатора температура верхніх шарів масла не повинна перевищувати (якщо в інструкціях заводів-виробників не обумовлені інші температури) зокрема для трансформаторів із системами охолодження М (природна циркуляція повітря і масла) – 95°C.

При цьому, температура повітря всередині закритих розподільчих установок (до яких також відносяться приміщення трансформаторних підстанцій) у літній період не повинна перевищувати 40°C. У разі її перевищення повинні бути вжиті заходи для зниження температури обладнання або охолодження навколишнього повітря [4].

На підприємстві в системі електроживлення використовується ряд силових трансформаторів з природною циркуляцією повітря і масла (з типом охолодження М), зокрема масляний силовий трансформатор 6/0,1 кВ потужністю 800кВА розрахований виробником для експлуатації в умовах природної повітряної вентиляції. Тим не менше, як зазначалося, Правила [4] вимагають, щоб при експлуатації трансформаторів з повітряним охолодженням у закритих приміщеннях температура повітря в цих приміщеннях не перевищувала 40°C. При перевищенні необхідно реалізовувати або охолодження повітря, або охолодження обладнання (наприклад, через примусову вентиляцію). Враховуючи постійне потепління клімату останні роки, існуючі умови експлуатації трансформатора на даному підприємстві стали незадовольняти вимогам Правил. Як стало відомо з інформації, отриманої на підприємстві, у літні періоди стали спостерігатися факти перегрівання трансформатора. Тому власними силами було реалізовано систему примусового обдуву масляного радіатора (примусова циркуляція повітря). Втім на даний час реалізація системи циркуляції повітря є неавтоматизованою, керування виконується в ручну, вмикання/вимикання відбувається на розсуд обслуговуючого персоналу. Іншим поширеним підходом для вирішення задачі додаткового охолодження обладнання є ввімкнення систем обдуву на тривалі періоди. Все це призводить до надмірної витрати електроенергії на живлення вентиляторів обдуву. Таким чином, створення систем автоматизованого керування процесом примусової циркуляції повітря у закритих трансформаторних пунктах (обдуву радіаторів трансформаторів) є актуальною задачею.

Для реалізації поставленої задачі в роботі виконано розробку автоматизованої системи керування примусовим повітряним охолодженням радіаторів масляних силових трансформаторів. В якості апаратної платформи для побудови системи керування обрано промисловий логічний контролер (ПЛК) фірми Siemens серії Simatic S7-300. Для задання режимів роботи та спостереження за поточними параметрами передбачено інтерфейс оператора на основі сенсорної панелі КТР 600. Розроблено структурну та електричну принципову схеми системи керування. Логіка роботи ПЛК реалізована в розробленому алгоритмічному та програмному забезпеченні.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. BIOMEDSKLO: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.biomedsklo.com.ua/> (дата звернення 02.02.2024).
2. Типи систем охолодження трансформаторів [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://what.com.ua/tipi-sistem-oholodjennia-trans/> (дата звернення 02.02.2024).
3. Системи охолодження силових трансформаторів [Електронний ресурс] : Режим доступу: [http://ni.biz.ua/8/8\\_4/8\\_43885\\_sistemi-ohlazhdeniya-silovih-transformatorov.html](http://ni.biz.ua/8/8_4/8_43885_sistemi-ohlazhdeniya-silovih-transformatorov.html) (дата звернення 02.02.2024).
4. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Затверджено Наказ Міністерства палива та енергетики 25.07.2006 № 258 (у редакції наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості 13.02.2012 № 91) [Електронний ресурс] : Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06#Text> (дата звернення 02.02.2024).

**Підтиченко Олександр Владиславович** – гр. ЕС-22мз, факультет електроенергетики та електромеханіки, м. Житомир, [stvwml@gmail.com](mailto:stvwml@gmail.com)

**Рубаненко Олександр Євгенійович** – канд. техн. наук, професор, професор кафедри ЕСС, заступник декана з наукової роботи та міжнародного співробітництва ФЕЕЕМ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [rubanenko.o.y@vntu.edu.ua](mailto:rubanenko.o.y@vntu.edu.ua)

**Pidtychenko Oleksandr V.** – Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Zhytomyr, [stvwml@gmail.com](mailto:stvwml@gmail.com)

**Rubanenko Oleksandr Y.** – candidate of technical sciences, professor, professor of Electric Power Stations and Systems Department, deputy dean for scientific work and international cooperation FPEEM, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [rubanenko.o.y@vntu.edu.ua](mailto:rubanenko.o.y@vntu.edu.ua)