

**Вознюк А. С.<sup>1</sup>, Коваленко О.А<sup>2</sup>, Козленко О.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Політехнічний ліцей НТУУ «КПІ» імені Ігоря Сікорського, Київ,  
пр.Берестейський 37, email: [evgenbabic9@gmail.com](mailto:evgenbabic9@gmail.com)

<sup>2</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, пр.Берестейський 37,  
email:ovkozlenko@gmail.com

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРА З ФЕРОМАГНІТНИМ ОСЕРДДЯМ**

***Анотація.** Експериментальну роботу присвячено аналізу та дослідженню трансформаторів. Ідеєю експерименту є додавання рідкого азоту під час роботи трансформатора. Було встановлено поліпшення роботи силового кріотрансформатора і обгрунтовано доцільність експериментальної роботи.*

***Abstract.** The experimental work is devoted to the analysis and research of transformers. The idea of the experiment is to add liquid nitrogen during the operation of the transformer. The improvement of the operation of the power cryotransformer was established and the expediency of the experimental work was substantiated.*

***Ключові слова:** силовий трансформатор, кріотрансформатор, рідкий азот.*

***Key words:** power transformer, cryotransformer, liquid nitrogen.*

Силові трансформатори – це електричні пристрої, призначені для зміни напруги в електричних мережах. Головна їх функція – перетворення напруги з одного рівня на інший, зазвичай з вищою напруги на нижчу, але також може бути і навпаки. Силові трансформатори використовуються в різних сферах, включаючи енергетику, промисловість і будівництво, де потрібно забезпечувати стабільне постачання напругу для різних типів обладнання і машин. [2]

Для зменшення втрат енергії нині промисловість пропонує трансформатори з обмотками, що охолоджуються до наднизьких температур – кріотрансформатори. [3] Це економічно оправдано в тих окремих випадках, де основне значення має маса та габарити. Найкращими є кріотрансформатор, в якому обмотки виконуються із надпровідних матеріалів і охолоджуються

до температур нижче критичної температури (температури переходу речовини в надпровідний стан). [1]

**Принциповою ідеєю** проекту є здійснення охолодження обладнання, за рахунок застосування рідкого азоту. Для досягнення цієї мети було розроблено та побудовану схему необхідну для проведення даного

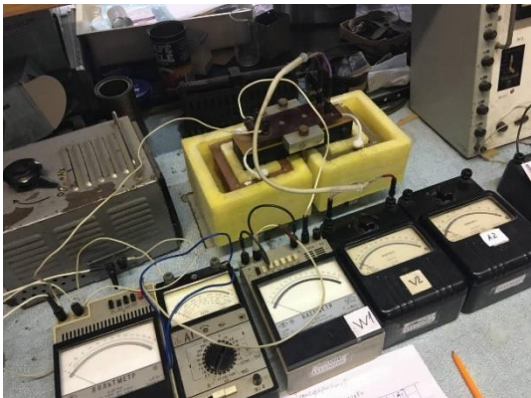


Рис. 1. Установка для проведення даного експерименту

експерименту:

Схема експериментальної установки приведена на Рис.1. Трансформатор підключено до лабораторного автотрансформатора, призначеного для регулювання вхідної напруги. [5] Цей механізм, в свою чергу, приєднано до електромережі. Вольтметри V1, V2 амперметри A1, A2 та ватметр W1 вимірюють напругу, силу струму та споживану потужність електричного

струму первинної обмотки.

Обидві обмотки знаходяться в пінопластових чашках, у які заливається рідкий азот для охолодження обмоток. Перша обмотка – 800 витків, друга – 400 витків, провід  $\Phi$  0.8 мм. Конструкція трансформатора дозволяє не охолоджувати магнітопровід. Це пов'язано з тим, що магнітні втрати в магнітопроводі на перемагнічування зростають при його охолодженні до криогенних температур.[4]

*Проведення експерименту:*

1. Поміщаємо обмотки трансформатора в пінопластові чаші.
2. Підключаємо до трансформатора прилади вимірювання напруги, сили струму та потужності.
3. Для першого досліду «Холостий хід без азоту» ми під'єднали V1, V2, W1 та A1.
4. Записавши результати показників, ми перейшли до другого досліду «Коротке замикання без азоту».
5. Відключивши V2 та підключивши A2, ми додали електричний струм.
6. Отримали такі розрахунки (табл. 1.1)

Таблиця 1.1

Без азоту

Дослід	V1	V2	W1	A1	A2
Холостий хід	49 В	22 В	5 Вт	0,35 А	
Коротке замикання	47 В		2,5 Вт	2 А	4А

1. Проводимо аналогічний експеримент із додаванням азоту.
2. Отримаємо результати (табл. 1.2)

Таблиця 1.2

З азотом

Дослід	V1	V2	W1	A1	A2
Холостий хід	49 В	22 В	3 Вт	0,365 А	
Коротке замикання	48 В		14 Вт	2,7 А	7 А

*Результати експерименту:*

- Напруга на першому та другому вольтметрах при холостому ході без азоту і з додаванням його не змінилась, вона становить в обох випадках 49 та 22 В. При короткому замиканні без азоту – 47 В, із азотом – 48 В, різниця майже непомітна.

- Потужність при холостому ході без азоту становила 25 Вт, а при додаванні азоту в тому самому холостому ході зменшилась до 3 Вт. При короткому замиканні без азоту напруга була 25 В та при додаванні чинника разом із електричним струмом вона зменшилась до 14 В. Можемо зробити висновок, що втрати потенційно зменшилися.

- Сила струму в холостому ході з 0.35 зросла до 0.365 А, а в експерименті з коротким замиканням без азоту та з ним мала деякі зміни: з 2 А збільшилась до 2.7 А. Показники другого амперметра зросли з 4 до 7 А – струм збільшився.

У результаті маємо позитивну характеристику роботи охолодженого трансформатора. Відповідно можна отримати значну економію, суттєво зменшити втрати при нагріванні, підвищити час роботи.

## ЛІТЕРАТУРА

- [1] Грабко В. В., Розводюк М. П., Левицький С. М. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина IV. Трансформатори. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 219 с.
- [2] Історія трансформатора. Режим доступу: <http://tortrans.kiev.ua/statti/36-istoriia-transformatora>.
- [3] М.О. Осташевський, О.Ю. Юр'єва. Електричні машини і трансформатори. За ред. д-ра техн. наук, професора В.І. Мілих. Видавництво «Каравела» 2018, с. 345, 121-123.
- [4] Тема 8.1 Загальні відомості про трансформатори. Режим доступу: <https://danube.pto.org.ua/index.php/component/k2/item/202-tema-8-1-zagalni-vidomosti-pro-transformatori>.
- [5] Трансформатори: будова і призначення. Режим доступу: <https://analitic.ub.ua/2678-transformatori-budova-i-priznachennya.html>