

**Міністерство аграрної політики та продовольства України**

**Мирогощанський аграрний коледж**

Відділення «Агрономія»

## **ІНСТРУКЦІЙНА КАРТА**

для проведення лабораторної роботи з дисципліни  
“ Основи електрифікації і автоматизації сільського господарства”

**ЛР № 4 “Дослідження однофазного трансформатора”**

Розробив

Давидов В.С.

## Лабораторна робота №4

### Тема роботи: Дослідження роботи однофазного трансформатора

**Мета роботи:** Поглибити і закріпити теоретичні знання по трансформаторах. Навчитись дослідним шляхом визначати параметри однофазного трансформатора, втрати і коефіцієнт корисної дії.

#### Методичне забезпечення:

1. Общая электротехника с основами электроники / В.А. Гаврылюк, Б.С. Гершунский – К.: Вища школа, 1980. – 480 с.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.

#### Матеріально – технічне забезпечення робочого місця:

1. Джерело живлення – мережа однофазного струму напругою 220 В частотою 50 Гц.
2. Однофазний понижувальний трансформатор потужністю 1 кВА.
3. Вольтметр електромагнітної системи з границею вимірювання до 50 В.
4. Вимірювальний комплект К 505.
5. Амперметр електромагнітної системи з границею вимірювання струму 2,5 і 5 А.
6. Лабораторний автотрансформатор типу ЛАТР – 1М.
7. Панелі з лампами розжарювання або навантажувальний реостат на напругу вторинної обмотки досліджуваного трансформатора.
8. Однополюсні вимикачі.
9. З'єднувальні проводи.

#### Методичні вказівки

Для ліній електропередач, що передають енергію на значні відстані з метою підвищення їх к.к.д. в місцях вироблення електроенергії встановлюють силові трансформатори, що підвищують напругу до 750кВ. В кінці лінії встановлюють трансформатори, понижуючі напругу до 35, 10, і 6 кВ, при яких напруга додається на головні понижуючі підстанції, де трансформатори понижують напругу до 380 і 220 В. Крім таких понижувальних трансформаторів в електроустановках використовують різноманітні малопотужні трансформатори, які знижують напругу до 12...42 В, для живлення переносних ламп, а також вимірювальні трансформатори і трансформатори для живлення різної апаратури.

При холостому ході трансформатора в вторинному колі  $I=0$ , а струм  $I_0$  не переважає 4...7% номінального струму трансформатора  $I_n$ . Тому спад напруги в вторинній обмотці дорівнює нулю, а в первинній зовсім

незначний і коефіцієнт трансформації можна визначити як відношення більшої напруги до меншої при холостому ході:

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{w_1}{w_2}$$

Не враховуючи при холостому ході незначних втрат в міді первинної обмотки можна вважати, що потужність  $P_0$ , визначається показами ватметра, рівна потужності втрат в сталі трансформатора від гістерезису і вихрових струмів  $P_1 = P_{ст}$ . Робота трансформатора під навантаженням розглядається для випадку активного навантаження, тому

$$\cos \varphi = \frac{P}{UI}$$

Коефіцієнт корисної дії трансформатора визначається в обох випадках за показами ватметрів:

$$n = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%$$

Знаючи по паспортних даних номінальну потужність трансформатора  $S_n$ , В · А номінальну первинну і вторинну напруги, можна визначити номінальні струми в колах обмоток:

$$I_{1n} = \frac{S_n}{U_{1n}}; I_{2n} = \frac{S_n}{U_{2n}}$$

Тоді коефіцієнт завантаження визначиться як:

$$\beta = \frac{I_2}{I_{2n}}$$

При дослідженні короткого замикання напруга  $U_k$ , яка підводиться до трансформатора, не перевищує 4...6% номінальної напруги  $U_n$ . Тому магнітний потік, пропорційний напрузі, яка підводиться до трансформатора, дуже малий і втратами в сталі можна знехтувати. З іншої сторони так як  $U_{2k} = 0$  і  $P_{2k} = 0$ , можна вважати, що вся потужність  $P_{1k}$  (за показами ватметра в первинному колі), яка підводиться до трансформатора витрачається на нагрівання обох обмоток струмами. Іншими словами, потужність в даному випадку повинна дорівнювати потужності втрат в міді обох обмоток:

$$P_{1R} = P_{1M} + P_{2M} \text{ або } P_{1R} = I_{1R}^2 \cdot r_1 + I_{2K}^2 \cdot r_2$$

При конструюванні трансформаторів опори обмоток підбираються так, щоб обидві обмотки нагрівались однаково, тобто:

$$I_1^2 r_1 = I_2^2 r_2$$

Звідки  $I_1^2 r_1 = \frac{P_K}{2}$ , тоді маємо

$$r_1 = P_K / (2I_1^2), \text{ Ом}$$

$$r_2 = P_K / (2I_2^2), \text{ Ом}$$

З деякими наближеннями можна вважати, що напруга короткого замикання в процентах  $U_K = (U_{1H} / U_{1K}) \cdot 100\%$  порівню йде на покриття спадів напруги в обох обмотках, тобто

$$U_{K\%} / 2 = (I_{1K} / U_{1H}) \cdot 100\%$$

$$U_{K\%} / 2 = (I_{2K} / U_{2H}) \cdot 100\%$$

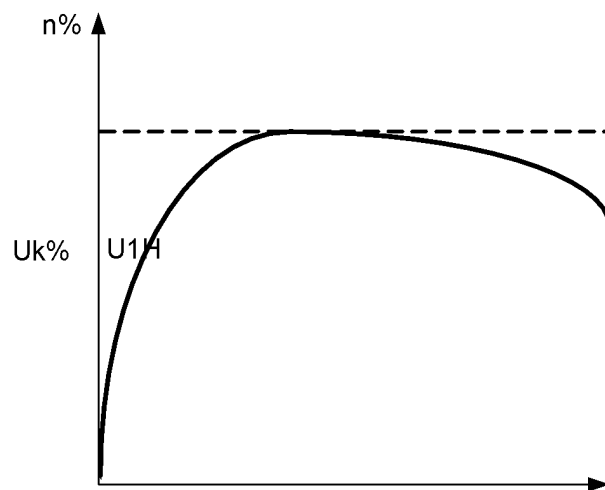


Рис. 1.

Тоді повні опори обмоток трансформатора визначається як:

$$z_1 = \frac{U_{K\%} U_{1H}}{200 I_{1H}}$$

$$z_2 = \frac{U_{K\%} U_{2H}}{200 I_{2H}}$$

Реактивні опори обмоток  $x_1 = \sqrt{z_1^2 - r_1^2}$   $x_2 = \sqrt{z_2^2 - r_2^2}$

ККД трансформатора може бути визначений по номінальній потужності, даних досліджень холостого ходу і короткого замикання за формулою

$$\eta\% = \frac{S_H \beta \cos \varphi_2}{S_H \beta \cos \varphi_2 + P_{10} + \beta^2 P_{1K}} \cdot 100\%$$

де  $S_H$  – номінальна потужність трансформатора, В · А

$\beta$  - коефіцієнт завантаження

$P_{10}$  – потужність у Вт за показами ватметра в первинному колі при дослідженні холостого ходу, рівна втратам в сталі

$P_{1K}$  – потужність у Вт за показами ватметра при дослідженні короткого замикання, рівна втратам в міді при номінальному струмі. Вигляд залежності ККД в функції від коефіцієнта завантаження показаний на рис. 1.

## Порядок виконання роботи

1. Зібрати схему згідно рисунка 2.

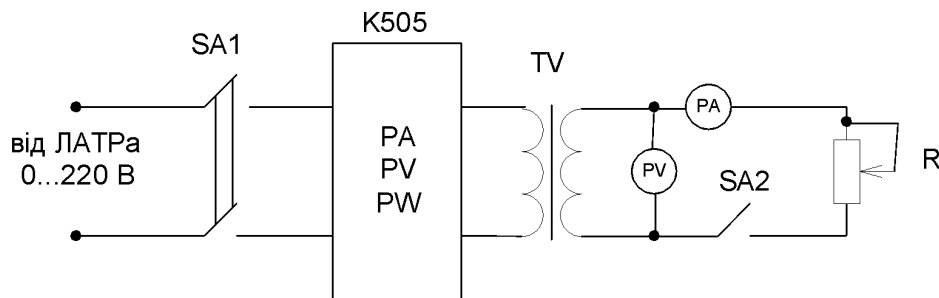


Рис.2. Схема дослідження однофазного трансформатора

2. На зажимах від яких живиться схема встановити напругу 220В, при цьому вмикач в колі живлення вторинної обмотки повинен бути розімкнений.

По вольтметру ввімкненому в коло вторинної обмотки визначити напругу холостого ходу на вторинній обмотці.

3. Визначити коефіцієнт трансформації

$$k = \frac{U_1}{U_2}$$

де  $U_1, U_2$  - відповідно напруга на первинній і вторинній обмотках, В.

Таблиця 1.

$I_{10}$ , А	$P_{10}$ , Вт	$U_1$ , В	$U_2$ , В	k

4. Для навантаження з найбільшим значенням опору, підтримуючи

напругу в первинному колі незмінною, поступово збільшувати струм в вторинній обмотці до номінального значення. Для ряду навантажень (6...8 значень струмів) записати покази всіх приладів схеми в таблицю 2.

5. По отриманих результатах вимірювань для кожного значення струму навантаження визначити:

- коефіцієнт потужності первинної обмотки  $\cos \phi_1$ ;
- коефіцієнт потужності вторинної обмотки  $\cos \phi_2$  для активного навантаження ( $\cos \phi_2 = 1$ );
- коефіцієнт завантаження трансформатора  $\beta$ ;
- к.к.д. трансформатора  $\eta$ .

Дані розрахунків записати в таблицю 2.

Таблиця 2.

№ досліджу	Дані спостережень					Дані розрахунків		
	$I_1, A$	$P_1, Вт$	$U_1, В$	$I_2, A$	$U_2, В$	$\eta$ роз	$\eta'$ роз	$\beta$
1								
2								
3								
4								

5. Провести дослід короткого замикання трансформатора, для цього замкнути вторинну обмотку трансформатора, попередньо знизивши напругу на виході ЛаТра до 0 В і підвищувати її до такої величини, щоб струм на амперметрі ввімкненому в коло вторинної обмотки досяг номінальної величини. Зняти значення результатів вимірювань і занести їх в таблицю 3.

Таблиця 3

Дані вимірювань				Дані розрахунків					
$P_{1к}, Вт$	$I_{12}, A$	$U_{1к2}, A$	$I_{1к2}, A$	$Z_{12}, Ом$	$Z_2, Ом$	$X_1, Ом$	$X_2, Ом$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$

7. По даних таблиці 2 побудувати графік залежності ККД трансформатора від коефіцієнта завантаження або вторинної напруги.

### Контрольні питання

1. На якому явищі базується перетворення напруги на трансформаторі?
2. Від чого залежить значення струму холостого ходу трансформатора?
3. Чому не можна допускати режим короткого замикання при номінальній напрузі?
4. Як проводиться дослід короткого замикання в умовах номінальних струмів в обох обмотках?

5. Які втрати потужності є в трансформаторі і як їх визначити дослідним шляхом?

6. Як визначити коефіцієнт корисної дії трансформатора?