

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1

Тема роботи. Розрахунок однофазного трансформатора

Теоретичні відомості

Трансформатор — статичний електромагнітний пристрій із двома або більшим числом індуктивно зв'язаних обмоток, який служить для перетворення за допомогою електромагнітної індукції змінного струму однієї напруги в змінний струм іншої напруги.

Класифікація трансформаторів:

- за призначенням - силові, узгоджувальні та імпульсні;
- за потужністю – малої, середньої та великої потужності;
- за кількістю обмоток – двообмоткові та багатообмоткові;
- за способом охолодження – сухі і масляні;
- за типом осердя – стержньові, броньові і тороїдні; а також – без осердя (повітряні);
- за кількістю фаз – однофазні і трифазні.

Силові трансформатори призначені для перетворення електричної енергії в електричних мережах та в установках для її приймання і використання. Вони складають основну, найбільш численну групу.

Трансформатори, призначені для підвищення напруги, називаються підвищувальними, а трансформатори, призначені для зниження напруги - понижувальними.

Трансформатори, які знижують напругу до експлуатаційної широко застосовують у радіо- і телеапаратурі, у вимірювальних пристроях, для живлення систем зв'язку тощо.

Трансформатори, які використовуються для узгодження напруги або опорів між каскадами в радіопристроях, називаються узгоджувальними.

Трансформатори, призначені для передачі імпульсів напруги або струмів з однієї мережі в іншу, називаються імпульсними. Вони широко використовуються в імпульсній техніці.

Залежно від потужності трансформатори випускають з природним і масляним охолодженням.

Трансформатори малої потужності випускають з повітряним охолодженням.

Активні частини трансформаторів великої потужності занурюють в мінеральне трансформаторне масло для кращого відведення тепла і покращення ізоляції.

В основі роботи будь-якого трансформатора лежить явище електромагнітної індукції.

Основними конструктивними частинами трансформатора є магнітопровід і обмотки.

Магнітопровід - це феромагнітне осердя трансформатора, на якому розташовуються обмотки.

Обмотка – це провід, обмотаний навколо стержня магнітопроводу для створення магнітного поля під дією струму, що протікатиме обмоткою.

Обмотка, до якої підводиться електрична енергія, називається первинною, а обмотка, від якої відводиться електрична енергія - вторинною.

Умовне позначення однофазного трансформатора наведено на рис. 1.1

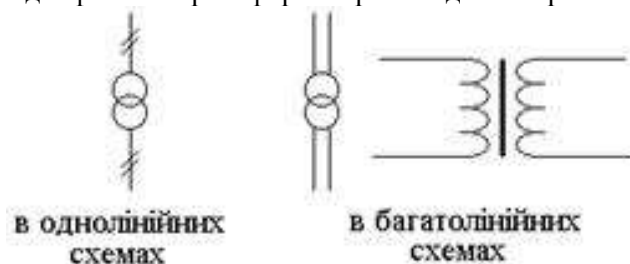


Рисунок 1.1. Умовне позначення однофазного трансформатора

Практична частина

Задача 1.1. Виконати розрахунок параметрів живильного трансформатора малої потужності згідно заданого варіанту (табл.1.1). Визначити розрахункову потужність трансформатора, переріз сердечника, коефіцієнт трансформації, діюче значення струмів первинної і вторинної обмоток, діаметр провoda обмоток.

Вихідними даними для розрахунку є:

U_1, B - напруга мережі живлення;

U_2, B – напруга вторинної обмотки трансформатора;

R_{Σ}, A – опір навантаження;

F, Γ – частота мережі.

Приклад вибору варіанта для номера залікової книжки 132:

з колонки 3 маємо – $U_1 = 220 \text{ В}$;

з колонки 2 – $U_2 = 12 \text{ В}$; $R = 15 \text{ Ом}$; $F = 50 \text{ Гц}$.

Таблиця 1.1 - Вихідні дані для розрахунку трансформатора

Цифри номера залікової книжки		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
десятки	одиниці										
$U_1, \text{В}$		127	220	127	220	127	220	127	220	127	220
	$U_2, \text{В}$	6	9	12	24	36	6	9	12	24	36
	$R, \text{Ом}$	10	12	15	18	20	24	27	30	36	43
	$F, \text{Гц}$	50	400	50	400	50	400	50	400	50	400

Методичні рекомендації до розв'язування задачі

Розв'язування. Діюче значення струму первинної обмотки трансформатора

$$I_1 = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \frac{I_H}{K_T},$$

де K_T - коефіцієнт трансформації трансформатора.

Діюче значення струму вторинної обмотки трансформатора

$$I_2 = \frac{\pi}{4} I_H.$$

Розрахункова потужність трансформатора:

$$S_T = (S_1 + S_2) / 2$$

Площу перерізу сердечника трансформатора можна орієнтовно визначити за формулою

$$S_C = 1,3 \sqrt{S_T}.$$

За частоти $F=50 \text{ Гц}$ приймаємо для розрахунку конструкцію броньового пластинчатого магнітопроводу, (рис.1.2), марки за табл.. Д.13.

За частоти $F=400 \text{ Гц}$ приймаємо для розрахунку конструкцію броньового пластинчатого магнітопроводу, (рис.1.3), марки за табл.. Д.14.

Діаметр проводів обмоток трансформатора рівний:

$$d_{1 \text{ мм}} = 1,13 \sqrt{\frac{I_1}{3}};$$

$$d_{2 \text{ мм}} = 1,13 \sqrt{\frac{I_2}{3}}.$$

Рекомендується застосування мідних ізольованих провідників наступних марок:

ПЕЛ або ПЕВ-1 при струмах в обмотці до 5А та напрузі до 500В;

ПБД при струмах в обмотці більше 5А та напрузі до 500В.

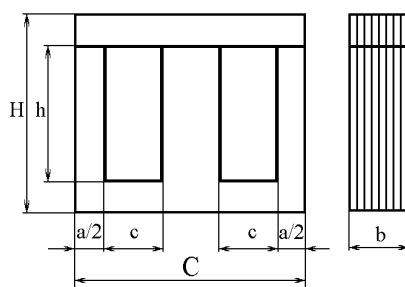


Рисунок 1.2 – Конструкція броньового пластинчатого магнітопроводу.

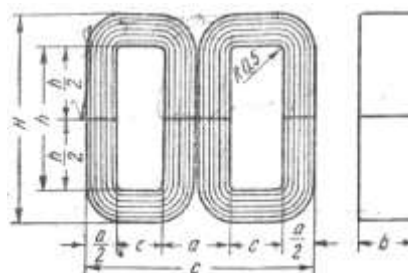


Рисунок 1.3 – Конструкція броньового стрічкового магнітопроводу.

Маркування обмотувальних проводів:

- перша літера - *провід (П)*

- наступна літера - *матеріал ізоляції*: ЕЛ - з лакостійкої емалі; ЕВ - з високоміцної емалі; Б - з х / б пряжі (волокна); О - один шар ізоляції;

Д - два шари ізоляції.

За розрахованим перерізам провідників вибираємо стандартний переріз за умови $(q_1)_{\text{ст}} \geq (q_1)$; $(q_2)_{\text{ст}} \geq (q_2)$ та марку провідника, за табл. Д.14.

При роботі трансформатора під навантаженням на опорах його обмоток відбувається падіння напруги, яке слід враховувати при визначенні числа витків в його обмотках.

Число витків первинної обмотки:

$$w_1 = \frac{U_1 \left(1 - \frac{\Delta U_{1\%}}{100} \right) \cdot 10^4}{4,44 f B S_C},$$

де $\Delta U_{1\%}$ - відносне падіння напруги в первинній обмотці трансформатора, за табл. Д.16; f - частота; B - магнітна індукція магнітопроводу трансформатора, за табл. Д.15; S_C - площа поперечного перерізу вибраного осердя магнітопроводу.

Число витків вторинної обмотки:

$$w_2 = \frac{U_1 \left(1 - \frac{\Delta U_{2\%}}{100} \right) \cdot 10^4}{4,44 f B S_C},$$

де $\Delta U_{2\%}$ - відносне падіння напруги у вторинній обмотці, за табл. Д.16.

Вибираємо міжшарову і міжвиткову ізоляцію.

В якості міжшарової ізоляції рекомендується приймати:

- за провідника діаметром менше 0,1 мм - конденсаторну бумагу товщиною 0,01 мм,
- за провідника діаметром до 0,5 мм - телефонну бумагу товщиною 0,05 мм;
- за провідника діаметром більше 0,5 мм - кабельну бумагу товщиною 0,12 мм.

В якості міжвиткової ізоляції за напруги до 1000В можна використовувати різні марки ізоляційної бумаги, намотаної у декілька шарів. Загальну товщину бумаги слід приймати рівною 0,2 мм.