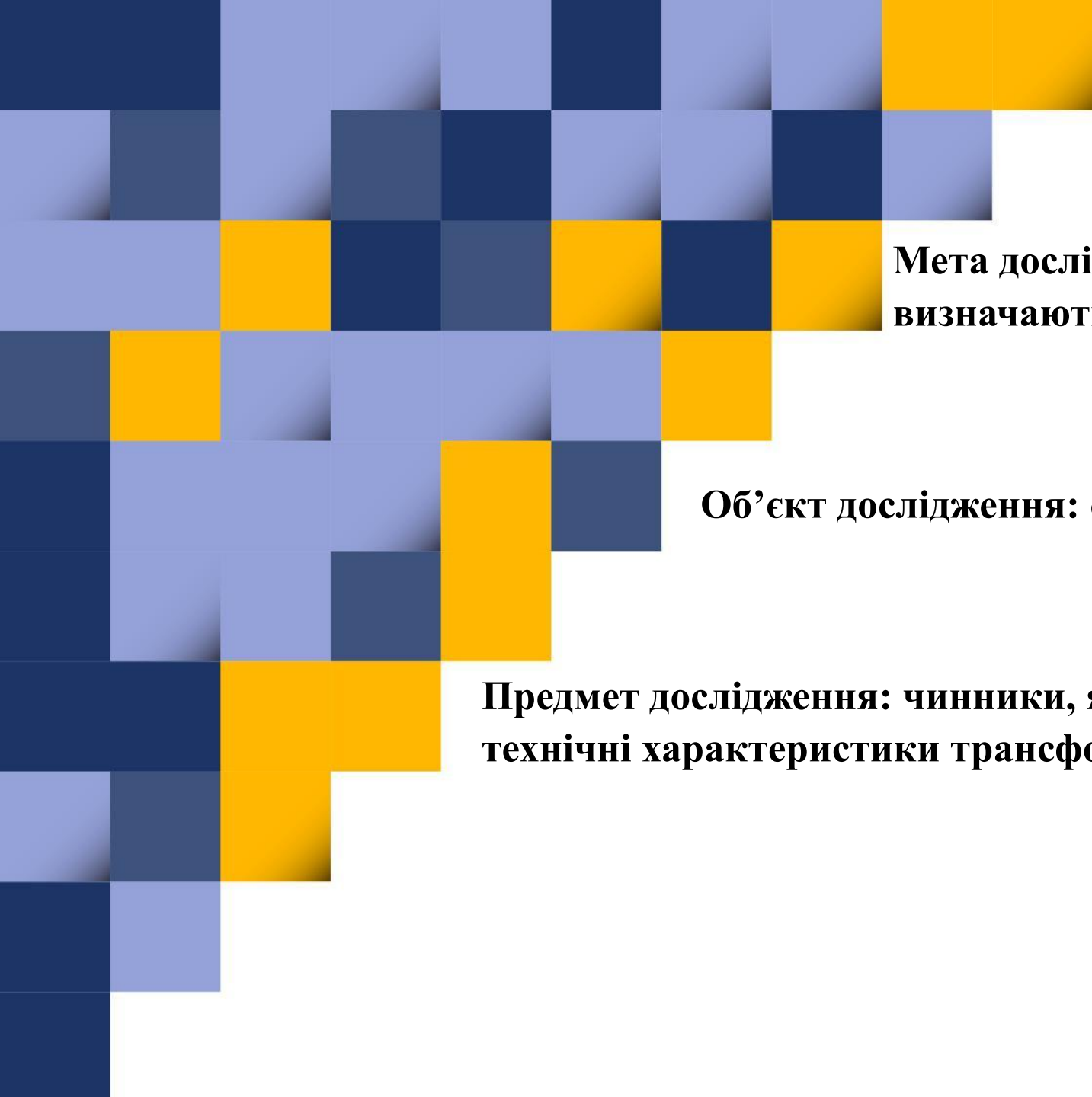




ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВ НА РОБОТУ СУХОГО ТРАНСФОРМАТОРА

**Спичак Д.В.
email:spichak8877@gmail.com**



Мета дослідження: встановлення чинників які визначають тепловий стан сухого трансформатора

Об'єкт дослідження: сухий трансформатор

Предмет дослідження: чинники, які впливають на технічні характеристики трансформатора

Призначення та класифікація

Трансформатори широко використовуються в різних сферах:

- Будівництво та реконструкція
- Тимчасове електрозабезпечення
- Аварійний відновлювальний резерв
- Робота на віддалених об'єктах
- Регулювання напруги
- Віддалені та гірські регіони

Трансформатори розрізняють:

- За призначенням
- За типом магнітопроводу
- За способом охолодження
- За кількістю обвитків



Умови вибору трансформаторів

При виборі трансформатора слід звертати увагу на:

НОМІНАЛЬНУ
напругу первинної
обмотки

ПОТУЖНІСТЬ СПОЖИВАЧІВ,
які має забезпечувати
трансформатор

НОМІНАЛЬНА
напругу вторинної
обмотки

Регулювання потужності, що передається

У загальному випадку, збільшення потужності призводить до збільшення струму. Це пов'язано з тим, що потужність визначається добутком напруги і струму:

$$P = UI$$

де: P - потужність, Вт U - напруга, В I - струм, А

Якщо потужність збільшується, то для підтримки цієї потужності необхідно збільшити або напругу, або струм, або обидва параметри. Збільшення напруги може бути неприйнятним, наприклад, для електромереж, які працюють з обмеженою напругою. У цьому випадку для збільшення потужності необхідно збільшити струм

Вплив навантаження на стан ізоляції трансформатора

Ізоляція трансформатора захищає обмотки від пробую. При збільшенні навантаження на трансформатор збільшується напруга і струм в обмотках. Це може призвести до підвищення температури ізоляції, що може в кінцевому підсумку призвести до її пробую.

Щоб зменшити вплив навантаження на стан ізоляції та обмоток трансформатора, необхідно дотримуватися наступних правил:

1. Не перевантажуйте трансформатор.
2. Регулярно проводьте перевірку стану ізоляції та обмоток трансформатора на наявність пошкоджень.
3. Використовуйте трансформатори з відповідною потужністю і напругою.

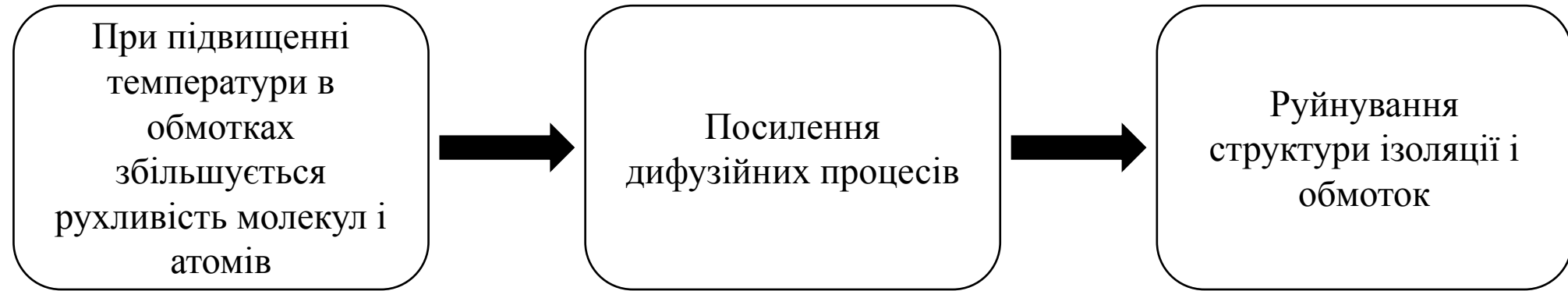
Щоб зменшити цей вплив, необхідно дотримуватися правил експлуатації трансформаторів.

Фактори, що впливають на довговічність роботи обмоток трансформатора

- 1 Матеріал обмоток.
- 2 Тип ізоляції
- 3 Температура експлуатації.
- 4 Навантаження на трансформатор.
- 5 Вплив зовнішніх факторів.

Вплив температури на стан ізоляції

Температура експлуатації обмоток трансформатора є одним з найважливіших факторів, що впливають на їх довговічність.



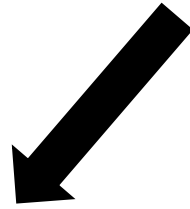
Крім того, при підвищенні температури збільшується швидкість хімічних реакцій, що можуть призвести до руйнування ізоляції.

Температура експлуатації обмоток трансформатора визначається такими факторами:

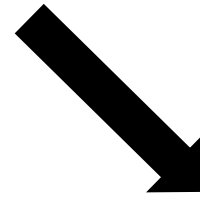
- Навантаження на трансформатор
- Тип ізоляції
- Конструктивні особливості трансформатора

Регулювання температури трансформатора

Теплообмін в трансформаторі відбувається в двох основних напрямках



Конвекція (90%)



Випромінювання(10%)

Формула теплообміну конвекцією в трансформаторі визначається наступним чином:

$$Q=h*A*(T1-T2)$$

де: Q - кількість теплоти, що передається конвекцією, Вт; h - коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² * К); A - площа поверхні теплообміну, м²; T1 - температура на нагрітій поверхні, К; T0 - температура на охолоджуваній поверхні, К.

Втрати навантаження трансформатора

Втрати навантаження в обмотках трансформатора складаються з втрат опору, втрат на вихрові струми та блукаючі втрати. Оскільки тепло, що генерується сухим трансформатором, розсіюється через потік повітря, блукаючі втрати не враховуються, тому втрати навантаження можуть бути отримані за допомогою наступного рівняння:

$$P = I^2 * R_0(1 + \alpha(T - T_0)) \left(1 + \beta \frac{235 + T_0}{235 + T}\right)$$

де: P - втрати навантаження в обмотках трансформатора, Вт; I - струм в обмотках трансформатора, А; R_0 - питомий опір обмоток трансформатора, Ом / см; α - температурний коефіцієнт опору обмоток трансформатора, $1/^\circ\text{C}$; T - температура обмоток трансформатора, $^\circ\text{C}$; T_0 - температура навколишнього середовища, $^\circ\text{C}$; β - коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього середовища на опір обмоток трансформатора. Величина α залежить від матеріалу обмоток трансформатора. Для мідної обмотки $\alpha = 0,0042$. Величина β залежить від конструкції трансформатора і умов його експлуатації. Зазвичай $\beta = 0,002$.

Охолодження трансформаторів

Системи з примусовою циркуляцією масла



Системи з повітряним охолодженням



Системи повітряного охолодження

Примусове повітряне охолодження є більш ефективним, ніж природне охолодження. Примусове повітряне охолодження дозволяє зменшити розміри трансформатора, ніж природне охолодження. Це пов'язано з тим, що примусове повітряне охолодження забезпечує більш ефективне охолодження, ніж природне охолодження. Зменшення розмірів трансформатора може бути важливим фактором для деяких застосувань, наприклад, для трансформаторів, які встановлюються в обмеженому просторі.



Розрахунок потужності вентилятора

Розрахунок потужності вентилятора виконується за такою формулою:

$$P_B = P_{\text{ТВТ}} / (\eta * T_M - T_H)$$

де: P_B - потужність вентилятора, Вт; $P_{\text{ТВТ}}$ - теплові втрати в трансформаторі, Вт;
 η - ККД трансформатора; T_M - максимальна робоча температура обмоток трансформатора, °С;
 T_H - температура навколишнього середовища, °С

Теплові втрати в трансформаторі можна розрахувати за такою формулою:

$$P_{\text{ТВТ}} = P_H * (1 - \cos\varphi)$$

де: P_H - номінальна потужність трансформатора, кВА; $\cos\varphi$ - коефіцієнт потужності трансформатора

Для вибору конкретного вентилятора необхідно враховувати такі додаткові фактори:

- Напруга живлення вентилятора
- Кількість вентиляторів, необхідних для охолодження трансформатора
- Тип вентилятора (центробежний, осциляторний тощо)
- Клас захисту вентилятора

Висновки

Втрати потужності в трансформаторі зростають зі збільшенням температури навколишнього середовища. Це пов'язано з тим, що при підвищенні температури навколишнього середовища зменшується різниця температур на нагрітій і охолоджуваній поверхнях, що призводить до зменшення кількості теплоти, що передається конвекцією. Зменшення втрат потужності в трансформаторі є важливою задачею, яка дозволяє підвищити його ефективність і зменшити енергоспоживання. Досягти зниження втрат потужності за рахунок застосування систем примусового охолодження. При цьому можливе збільшення потужності, що передається через трансформатор на величину до 20 %.