

Тема 7

Обслуговування силових трансформаторів

План

- **1. Загальні положення**
- **2. Основні вимоги до трансформаторів**
- **3. Технічне обслуговування трансформаторів**

1. Загальні положення

Трансформатор

Енергосистеми

Його функції

**Трансформація
(перетворення
напруги)**

**Зв'язок між
елементами схем
електромережі (що
різняються U)**

**Регулювання напруги
і потоків потужності**

Пам`ятай!

1. Необхідність у трансформації виникає у зв'язку з тим, що виробництво електроенергії, її передача і розподілення проводиться на різних напругах. Це завдання розв'язують за допомогою підвищувальних і знижувальних трансформаторів.
2. За допомогою підвищувальних трансформаторів, які встановлені на електростанціях, забезпечується зв'язок генераторів з мережами вищої напруги (ВН) і таким чином створюється можливість передачі виробленої напруги на далекі відстані.
3. Знижувальні трансформатори використовуються в мережах для зниження напруги до значень, доцільних і допустимих за умовами підведення електроенергії до споживачів.
4. При цьому в більшості випадків неминуча наявність декількох ступенів трансформації з поступовим зниженням (підвищенням) напруги в діапазоні від найвищої, прийнятої в даній енергосистемі, до найнижчої.

Трансформатори

```
graph TD; A[Трансформатори] --> B[Підвищувальні U]; A --> C[Понижаючі U];
```

Підвищувальні
U

Понижаючі
U

ТРАНСФОРМАТОРИ

ОБМІН
ПОТУЖНОСТІ

```
graph TD; A[ОБМІН ПОТУЖНОСТІ] --> B[Реверсивні]; A --> C[Одному напрямі]
```

Реверсивні

Одному
напрямі

В умовах сільського електропостачання

- **1. Застосовуються знижувальні трансформатори, у яких первинною обмоткою (тобто тією, до якої підводиться енергія перетворюваного змінного струму) є обмотка ВН.**
- **2. Трансформатори поділяють на дво- і триобмоткові. Вони можуть бути як однофазними, так і трифазними.**
- **3. Функція регулювання напруги і потоків потужності здійснюється зміною вектора напруги. Для зміни значення напруги придатний будь-який трансформатор зі змінним коефіцієнтом трансформації, тобто із вбудованим регулюванням.**

Вимоги сьогодення



Трансформатор

T
u



**Єдине
конструктивне
виконання**

Показники

Надійності

Економічності

**Електротехнічна
сталь**

**Алюмінієві
провода**

Трансформатори

Нові стандарти
та ТУ передбачають

Зменшення

Втрат

Перегріву
обмоток

Кількості масла

Регулювання U під
навантаженням

Оснащення
пристроями для
контролю і
зберігання масла

Шляхи вдосконалення трансформаторів (U=10 кВ S до 630 кВА)

- 1. Застосування стрічкової просторової конструкції магнітопроводу, обмоток 0,4 кВ з алюмінієвої стрічки і баків з плоскоштампованими радіаторами.**
- 2. Трансформатори цієї конструкції мають невеликі втрати холостого ходу, бо в магнітопроводі нема стиків і напрям магнітного поля співпадає з напрямом прокатки сталі.**
- 3. Вдосконалені трансформатори мають бак трикутної форми з меншим периметром і об'ємом, ніж у бака овальної форми, що дозволило знизити масу конструктивної сталі і масла**

Запам`ятай!

- Вдосконалення трансформаторів на 35 кВ потужністю 1000-6300 кВ А передбачається за рахунок застосування магнітопроводів з косим стиком, шарових обмоток з алюмінієвої стрічки, емальпроводів і малоусадочних ізоляційних картонів.



Результат діяльності енергопідприємств

Визначається

```
graph TD; A[Визначається] --> B[Характеристиками трансформатора]; A --> C[Правильною експлуатацією]; A --> D[Конструктивними особливостями];
```

Характеристиками
трансформатора

Правильною
експлуатацією

Конструктивними
особливостями

2. Основні вимоги до трансформаторів

Трансформатор

Повинен
забезпечувати

Надійне
електропостачання
споживачів

Економічну
доцільність
роботи

Пожежобезпеч
ність

Захист від
пошкоджень

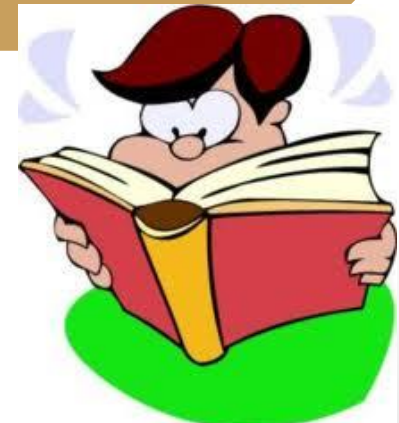
Контроль за
режимами роботи

Трансформатор повинен забезпечувати надійне електропостачання споживачів. Це положення при проектуванні систем електропостачання підприємств агропромислового комплексу забезпечується правильним, технічно і економічно обґрунтованим вибором числа і потужності трансформаторів з урахуванням категорії споживачів. В експлуатації ж це положення забезпечується технічно правильним режимом роботи трансформаторів і відповідним наглядом за їх станом, а також застосуванням автоматичного включення резерву (АВР).

Режим роботи трансформатора повинен бути економічно доцільним. Це положення визначається умовою, яка забезпечує мінімум втрат потужності в силових трансформаторах при роботі їх за заданим графіком навантаження, і досягається відповідним навантаженням трансформатора, усуненням його холостого ходу, від'єднанням трансформаторів, які працюють з малим навантаженням тощо. Дотримання економічно доцільного режиму роботи покладається на оперативний і технічний персонал як району електричних мереж, так і на головного енергетика електротехнічної служби господарства.



Установка трансформатора повинна забезпечувати в умовах експлуатації його пожежобезпечність. Виконання цієї умови залежить від дотримання норм і правил його експлуатації (наявність зливу масла у випадку його загоряння, наявність спеціальних ям з гравійним заповненням тощо).



Трансформатор повинен мати відповідні види захисту від різних пошкоджень і ненормальних режимів роботи (від внутрішніх пошкоджень, багатofазних к.з. в обмотках і на виводах, надструмів в обмотках, які зумовлені зовнішніми к.з. або можливими перевантаженнями, від зниження рівня масла тощо). Крім захисту, на трансформаторі повинні бути необхідні вимірювальні прилади для контролю за режимом його роботи.



3. Технічне обслуговування трансформаторів

ТО трансформаторів

Враховує вимоги

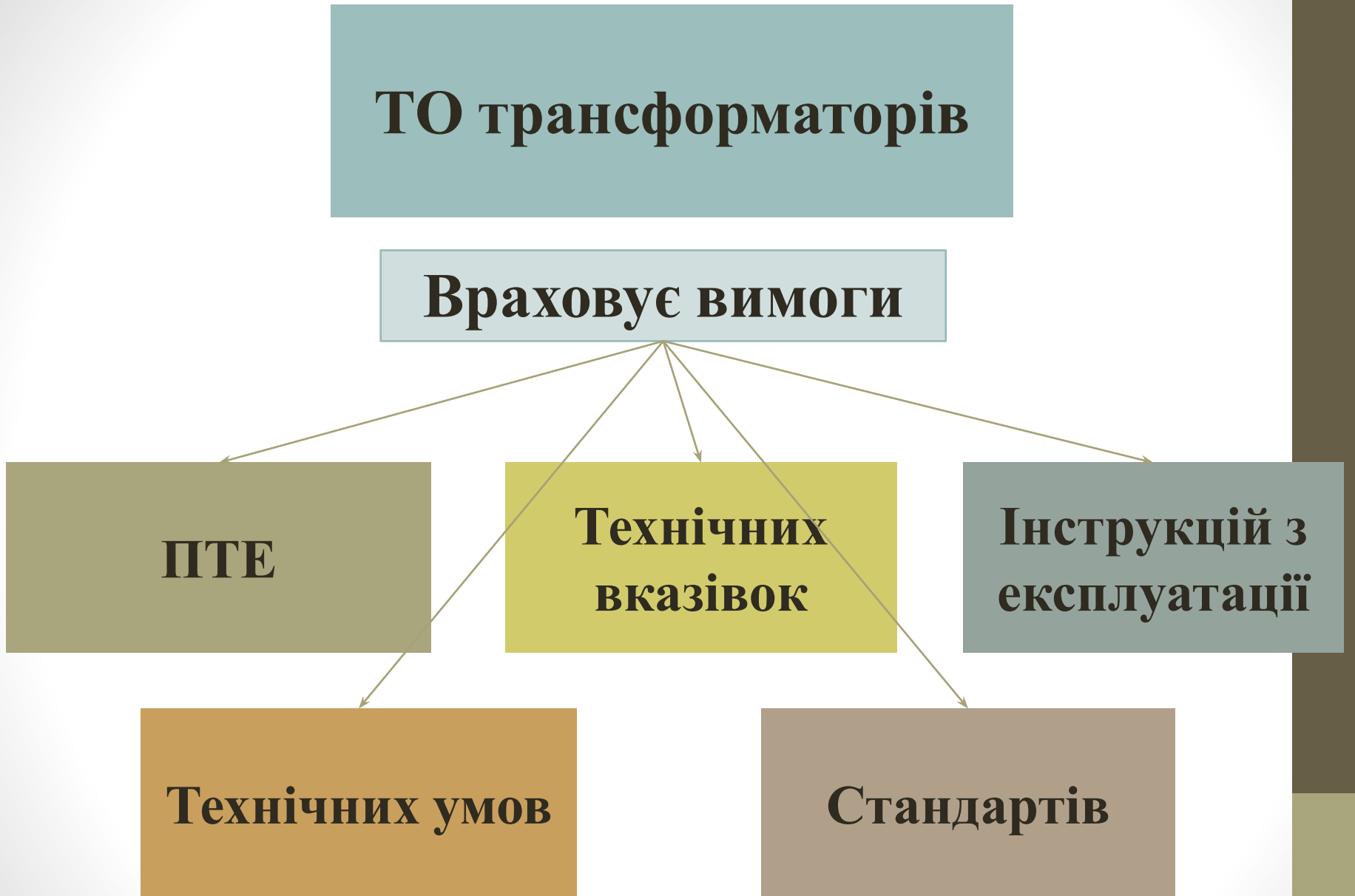
ПТЕ

Технічних
вказівок

Інструкцій з
експлуатації

Технічних умов

Стандартів



ТО трансформаторів

Бувають

Огляди

Ремонти

Профілактичні
випробування

Поточні

Капітальні

Огляди (терміни проведення)

```
graph TD; A[Огляди (терміни проведення)] --> B[Раз на добу]; A --> C[Раз на місяць]; A --> D[Раз на 6 місяців]; A --> E[Раз на рік];
```

Раз на добу

Раз на місяць

Раз на 6 місяців

Раз на рік

Треба знати!

- **Зовнішні огляди трансформаторів (без вимикання) проводять у такі терміни: якщо установку постійно обслуговує черговий персонал або є черговий на дому - один раз на добу; на станціях і підстанціях без постійного чергового - один раз на місяць; на трансформаторних пунктах - не рідше одного разу на півроку. Інженерно-технічний персонал проводить контрольний огляд не рідше одного разу на рік. При появі сигналу від газового реле, а також після кожного аварійного вимикання виконують позачерговий огляд трансформатора. Залежно від місцевих умов і стану трансформатора строки оглядів можуть бути змінені головним інженером підприємства електромереж.**

При зовнішньому огляді перевіряють

- Температуру і рівень масла, його відповідність відміткам на розширювачі або маслопоказчику; чистоту поверхні і цілість ізоляторів; тан кабелів і шин; чистоту поверхні бака; відсутність слідів підтікання масла; справність системи вентиляції у трансформаторному приміщенні, запобіжників, роз'єднувачів, приводів і заземлювачів, цілість дверей, вікон і запорів; відсутність стороннього шуму в трансформаторі; цілість і справність вимірювальних приладів (термосигналізаторів і термометрів, манометрів тощо), газових реле, стан індикаторного силікагелю в повітроосушниках.

Пам`ятай!

- **1. Огляд трансформаторів однією людиною може проводитися тільки оперативним персоналом або спеціально допущеним адміністративно-технічним персоналом; іншому електротехнічному персоналу дозволено оглядати трансформатори тільки під наглядом однієї з вищезгаданих осіб.**
- **2. Під час огляду виконання будь-якої роботи забороняється, а при виявленні дефекту, який потребує невідкладного втручання, обхід повинен бути перерваний і робота з усунення дефекту організується з виконанням всіх організаційно-технічних заходів.**
- **3. При огляді не дозволяється наближатись до струмоведучих частин, які знаходяться під напругою 6 кВ і вище, на відстані менші за нижчезазначені.**
- **4. Якщо це необхідно, при огляді дозволяється відчиняти двері огорожень і камер, однак входити до комірок і камер для огляду допускається лише за умови, що відстань від підлоги до неогорожених струмоведучих частин не менша ніж 2,5 м при напрузі до 10 кВ включно; 2,75 м - при 35 кВ; 3,5 м - при 110 кВ; 4,2 м - при 150-220 кВ.**

1 Напруга електроустановки, кВ

6-35

60-110

150

Допустима відстань, м

0,5

1,0

1,5



**Покази
амперметра**

**Покази
ватметра**

Спостереження і контроль за навантаженням

Трансформатори

Не допускається перевищення

Струму

Напруги

Температури

Пам`ятай!

- **1. На підстанціях з черговим персоналом запис показів приладів проводять кожну годину і фіксують в експлуатаційній документації (при роботі з перевантаженням кожні 30 хвилин фіксують значення і тривалість перевантаження).**
- **2. На підстанціях без чергового персоналу періодичність спостережень визначається, виходячи з місцевих умов, про навантаження трансформатора судять за показами лічильників і шляхом спеціальних вимірювань у години максимуму навантаження.**

Трансформатор

Вимірювання температури

Обмотка

Масла

Дозволяє виявити порушення в системі охолодження та пошкодження (внутрішні) трансформатора

Це важливо знати!

- **1. Контроль за температурою обмоток здійснюють непрямыми методами, тобто про температуру обмоток судять за температурою масла.**
- **2. Гранична допустима температура верхніх шарів масла трансформатора дорівнює 95°C (при температурі охолоджуючого повітря 35°C).**
- **3. Спостереження за температурою масла ведуть за допомогою ртутних термометрів, поміщених у верхній шар трансформаторного масла (для трансформаторів малої потужності).**
- **4. Для трансформаторів більшої потужності застосовують манометричні термометри. Дані про температуру верхніх шарів масла заносять в експлуатаційну документацію: у трансформаторів з дистанційним вимірюванням температури - через кожну годину, у всіх інших – при чергових оглядах.**

Поточний ремонт

Передбачає

```
graph TD; A[Поточний ремонт] --> B[Передбачає]; B --> C[Огляд і перевірку]; B --> D[Виконання дрібних ремонтних робіт];
```

Огляд і
перевірку

Виконання
дрібних
ремонтних
робіт

**Огляди і
перевірку з
вимикання**

**Чищення
ізоляторів і
бака**

**Зливання
конденсату з
бака**

**Перевірка
масла**

Включає

**Поточний
ремонт**

Включає

**Перевірка
пристроїв захисту
масла**

**Перевірка захистів
і розрядників на
трансформаторів**

**Вимір опору
ізоляції**

**Зміна
сорбенту в
фільтрах**

Запам`ятай!

- **1. Поточні ремонти з відключенням трансформаторів без РПН проводяться не рідше одного разу на два роки, а трансформаторів з РПН - щорічно.**
- **2. При температурі верхніх шарів масла 10-30°C відношення R_{60}/R_{15} становить не менше ніж 1,3 для не зволжених обмоток і близьке до одиниці для зволжених обмоток.**
- **3. Поточні ремонти трансформаторів суміщають з ремонтом обладнання РП.**
- **4. Підприємства електромереж, як правило, одночасно з випробуваннями ізоляції РП проводять випробування обмоток разом з виводами підвищеною напругою промислової частоти протягом однієї хвилини. При таких випробуваннях у середньому відбраковується приблизно два відсотки випробуваних трансформаторів напругою 6-35 кВ.**

Завдання на СР

- Ознайомитися з розділом 7 книги Експлуатація енергообладнання та засобів автоматизації в системі АПК Ермолаєв.



Дякую за
увагу!

