

УДК 621.3.012

Набокова О.В.<sup>1</sup>, Шевченко М.О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> доц. НУ "Запорізька політехніка"

<sup>2</sup> студ. гр. Е-410 НУ "Запорізька політехніка"

### **СТАРІННЯ ІЗОЛЯЦІЇ ТРАНСФОРМАТОРІВ**

Між генераторами електроенергії і споживачами можуть бути сотні кілометрів. Для мінімізації втрат при транспортуванні застосовується спеціальна технологія, суть якої полягає в підвищенні напруги, передачі її за допомогою ЛЕП і зниженні до рівня споживчої мережі. Останній етап перетворення здійснюється на підстанціях, обладнаних силовими трансформаторами, що перетворюють амплітуду напруги, залишаючи незмінною його частоту.



Рисунок 1 - Силовий трансформатор ТРДЦН-63000/220, вага 130 тонн

Основна сфера застосування СТ пов'язана з передачею і розподілом електроенергії, спрощено це представлено на рис. 2.

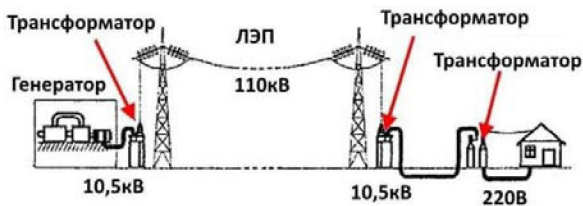


Рисунок 2 - Схема передачі електроенергії

Силовий трансформатор є важливим компонентом всієї енергетичної системи, тому він повинен надійно функціонувати задля надійної роботи системи. Під час експлуатації на внутрішню ізоляцію трансформаторів безперервно впливають електричні, теплові, механічні та інші навантаження. Вони викликають в ізоляції складні процеси, наслідком яких є поступове погіршення якостей ізоляції, яке називається старінням.

Під дією тепла, вологи та кисню насамперед старіють матеріали, основою яких є целюлоза, а також волокнисті матеріали та пластмаси. Старіння обумовлює зміну вихідних електричних, механічних та хімічних властивостей матеріалів - зниження електричної міцності та механічних характеристик.

Зміна властивостей внутрішньої ізоляції у процесі експлуатації відбувається за рахунок передачі різних видів енергії. Відповідно до цього розрізняють електричне, теплове та механічне старіння ізоляції.

Електричне старіння може відбуватися при напруженості електричного поля набагато менше (в 5-20 разів) пробивних напруг. Зі збільшенням напруги темпи електричного старіння зростають, а термін служби відповідно зменшується. Основною причиною електричного старіння є часткові розряди - локальні пробої ослаблених ділянок ізоляції високої напруги.

Діелектричні матеріали, що використовуються для виготовлення внутрішньої ізоляції установок високої напруги при кімнатній температурі практично інертні. Однак при робочих температурах ( $90^{\circ}\dots 180^{\circ}\text{C}$ ) у цих матеріалах виникають хімічні реакції, які змінюють структуру матеріалів та викликають погіршення властивостей усієї ізоляції. Ці процеси називають тепловим старінням ізоляції, при яких механічна міцність твердих діелектричних матеріалів поступово знижується. Це призводить до пошкодження ізоляції під дією механічних навантажень і потім вже до пробоя.

Механічне старіння ізоляції можна розглянути на прикладі сухих трансформаторів, у яких ізоляційні проміжки виконані з твердих діелектричних матеріалів. Внутрішня ізоляція в процесі експлуатації піддається значним статичним та динамічним ударним механічним навантаженням. Під дією цих навантажень (розтяг, стиснення, вібрація

тощо) в діелектрику поступово збільшуються мікротріщини. Коли кількість та розміри мікротріщин досягають деяких критичних значень, настає механічне руйнування матеріалу.

Також у процесі експлуатації у внутрішній ізоляції трансформаторів може виникати волога, що потрапляє туди з повітря або утворюються в самій ізоляції внаслідок термоокислювальних процесів. Поява вологи в ізоляції призводить до різкого зниження опору витoku, оскільки у волозі містяться вільні іони. Зменшення опору небезпечне тим, що призводить до зростання діелектричних втрат, внаслідок чого знижується напруга теплового пробою і відбувається нагрівання ізоляції, що тягне за собою прискорення темпів теплового старіння. Адсорбована волога може бути видалена із ізоляції шляхом сушіння, що вимагає витрат часу та енергії. Для контролю стану ізоляції є методи, що дозволяють виявити небезпечний рівень зволоження.

Зміни властивостей ізоляції носять незворотний характер і завершуються пробоем. Тому і при розробці, і в процесі експлуатації трансформаторів високої напруги повинні передбачатися заходи, що знижують темпи старіння ізоляції до рівня, при якому забезпечується термін служби ізоляційних конструкцій (зазвичай 20-30 років і більше). В окремих випадках наслідки старіння можуть бути усунені шляхом відновлювального ремонту ізоляції.