

## **Несправності і ушкодження трансформаторів.**

### *Пониження рівня мастила.*

При зниженні рівня в розширювачі трансформатора або пристрою РПН необхідно оглянути трансформатор, визначити причину зниження рівня мастила і прийняти заходи по його відновлення.

Основною причиною зниження рівня мастила в розширювачі, як правило, є порушення мастилощільності трансформатора. Якщо усунення протікання без відключення трансформатора неможливе, необхідно прийняти заходи по виведенню трансформатора з роботи для усунення протікання і доливки мастила.

У разі зниження рівня мастила при зниженні температури навколишнього повітря внаслідок неправильно встановленого рівня мастила необхідно долити мастило в розширювач.

При появі сигналу про зниження рівня мастила в розширювачі бака контактора пристрою РПН необхідно прийняти заходи по забороні виконання операцій по перемикачню пристрою РПН.

### *Коротке замикання обмоток в баку трансформатора.*

При ушкодженні обмоток трансформатор підлягає капітальному ремонту з розбиранням активної частини.

Ушкодження трансформаторів викликаються наступними причинами: порушенням діючих правил експлуатації, аварійними і ненормальними режимами роботи, старінням ізоляції обмоток, неякісною зборкою їх на заводі або при монтажі і ремонті.

Междувиткові замикання в обмотках і секційні пробої і замикання виникають при стрибкоподібних навантаженнях або коротких замиканнях і в результаті деформації секцій від механічних зусиль при струмах короткого замикання і ушкодженні ізоляції трансформатора від атмосферних перенапружень. Обмотки - найуразливіша частина трансформаторів, що часто виходять з ладу. Найбільш поширені ушкодження обмотки - замикання між витками і на корпус, міжсекційні пробої, електродинамічні руйнування і обрив кола.

Перераховані ушкодження відбуваються в результаті природного зносу ізоляції, порушення її механічної міцності при тривалості роботи більше 15 років. Ізоляція руйнується також при тривалих перевантаженнях трансформатора, супроводжуваних перегріванням обмоток (близько 105 °С).

При наскрізних струмах коротких замикань внаслідок динамічних зусиль спостерігається деформація обмоток, зрушення їх в осьовому напрямі і, як правило, механічне руйнування ізоляції. Відгорання вивідних кінців, електродинамічні зусилля, недбале з'єднання кінців викликають обрив кола обмоток, замикання їх на корпус або пробої з виходом трансформатора з ладу.

<http://silovoytransformator.ru/stati/remont-transformatorov-6-10-kv.htm>

Головна ізоляція часто ушкоджується із-за порушення її електричної міцності при зволоженні, а також за наявності дрібних вад. У трансформаторах 220 кВ і вище ушкодження зв'язують з появою так званого "повзучого розряду", що є поступовим руйнуванням ізоляції місцевими розрядами, що поширюються по поверхні діелектрика під дією робочої напруги. На поверхні ізоляції з'являється сітка струмопровідних каналів, При цьому скорочується розрахунковий ізоляційний проміжок, що і веде до пробою ізоляції з утворенням потужної дуги усередині бака.

До інтенсивного теплового зносу виткової ізоляції призводить набрякання додаткової ізоляції котушок і пов'язане з цим припинення циркуляції масла із-за часткового або повного перекриття масляних каналів.

Механічні ушкодження виткової ізоляції нерідко відбуваються при коротких замиканнях в зовнішній електричній мережі і недостатній електродинамічній стійкості трансформаторів, що є результатом послаблення сили запресовки обмоток.

**Ушкодження відводів** від обмоток до перемикальних пристроїв і ввідів викликаються головним чином незадовільним станом пайок контактних з'єднань, а також наближенням гнучких відводів до стінок баків, забрудненням мастила механічними провідними домішками, у тому числі оксидами і частками металу з систем охолодження.

### *Ушкодження ввідів трансформатора*

Ушкодження ввідів 110 кВ і вище пов'язані в основному із зволоженням паперової основи. Попадання вологи всередину ввідів можливо при неякісному виконанні ущільнень, при доливці ввідів трансформаторним мастилом зі зниженою діелектричною міцністю. Помітимо, що ушкодження ввідів, як правило, супроводжуються пожежами трансформаторів, що приносять значний збиток.

Характерною причиною ушкодження фарфорових ввідів є нагрів контактів в різьбових з'єднаннях складених струмоведучих шпильок, або в місці під'єднання зовнішніх шин.

<http://electricalschool.info/main/ekspluat/400-neispravnosti-v-rabote-silovykh.html>

*Вихлопна (запобіжна) труба* служить для запобігання руйнуванню бака трансформатора, в якому при внутрішніх ушкодженнях (КЗ, електричній пробі і ін.) підвищується тиск, а захист, що відключає трансформатор, не спрацювала або спрацювала із запізненням. Вихлопна труба є довгим сталевим циліндром, звареним з листової сталі завтовшки 1,5 мм, встановлюваним нижньою основою на кришці трансформатора. Верхній кінець труби закритий мембраною - скляним диском. При підвищенні тиску усередині трансформатора мембрана лопається і масло і гази викидаються назовні. За відсутності вихлопної труби аварії трансформаторів зазвичай супроводжуються руйнуванням бака.

Вихлопну трубу роблять такої висоти, при якій мембрана виявляється вище за розширювач трансформатора. Крім того, трубу роблять похилою і верхній кінець її дещо опускають для того, щоб масло, що викидається з трансформатора, не потрапляло на нього і на стоячі поруч інші трансформатори.

У зв'язку з тим що герметичність в місці установки скляної діафрагми важко досягнути і в трубу може потрапляти вологе повітря, в сучасних конструкціях труб передбачають фланець для установки повітряосушувача; щоб матисло не потрапляло у в повітряосушувач, усередині труби поміщається трубка, сполучена з фланцем, на якому встановлюється повітряосушувач, верхній кінець трубки відкритий. Таким чином, повітряосушувач сполучається з повітрям, що знаходиться над маслом, і осушує його.

<http://leg.co.ua/info/transformatory/vyhlopnaya-truba-transformatora.html>

Можливі три механізми виникнення пожежі мастилонаповнених трансформаторів, які полягають в наступному.

1. В результаті короткого замикання в трансформаторі може виникнути електрична дуга з великим струмом, рівним струму короткого замикання системи (наприклад, при ушкодженні ізоляції між лінійним відводом і землею (у системі із заземленою нейтраллю) або між лінійними відводами різних фаз). Під впливом високої температури дуги на трансформаторне мастило утворюється велика кількість розжарених горючих газів, які створюють високий надлишковий тиск в баку трансформатора. Якщо швидкодія захистів на відмикання трансформатора недостатня, а механічна міцність бака невисока, то може статися розрив бака і самозаймання розжарених газів внаслідок їх зіткнення з киснем повітря.

2. Електричний пробій ізоляції конденсаторних вводів призводить до такої ж послідовності подій. Електрична дуга між струмоведучою трубою вводу і заземленим фланцем створює швидкий підйом тиску усередині вводу. У разі розриву нижньої фарфорової покриття подальші події не відрізняються від описаних в першому випадку. При розриві верхньої покриття гаряче мастило виливається на кришку трансформатора. Висока температура мастила, що горить, може привести до ушкодження фарфору інших вводів, ущільнень радіаторів і інших охолоджуючих пристроїв і подальшому розвитку пожежі. Розрив верхньої покриття вводу може привести до викиду окремих шматків фарфорової покриття на значну відстань, що представляє небезпеку для персоналу підстанції.

3. У разі установки перемикача в окремому відсіку вірогідність виникнення загоряння при ушкодженні перемикача зростає внаслідок відносно малого об'єму відсіку, більш схильного до розриву. Наприклад, зриву кришки. Це відноситься, головним чином, до перемикачів, розташованих на лінійному кінці обмотки СН в автотрансформаторі з регулюванням напруги в лінії СН. В цьому випадку струм замикання на землю є струмом короткого замикання системи.

<http://leg.co.ua/transformatory/praktika/pozharobezopasnost-silovyh-transformatorov.html>

*Відбір проб газу в газовому реле.*

За наявності газу в газовому реле належить відібрати його пробу для перевірки на горючість і для хімічного аналізу. Для виконання цієї операції використовують спеціальні прилади, що дозволяють виконувати його перевірку на горючість, а потім залишок газу піддати хімічному аналізу. Вказівки за методикою відбору газу мають бути приведені в місцевій інструкції.

Якщо спеціальний прилад на підстанції відсутній, то для відбору газу може бути використана камера від волейбольного або футбольного м'яча з пружинними затискачами, але при цьому слід мати на увазі, що газ в гумовій камері може зберігатися не більше 1,5-2,0 г. У початковій стадії ушкодження трансформатора в газовому реле може скупчуватися повітря, тому відсутність в реле горючих газів при першому аналізі ще не свідчить про нормальний стан трансформатора і вимагаються наступні відбори проб газу для перевірки на горючість і для хімічного аналізу газу. Для зручності і безпеки відбору проби газу з газового реле у ряді енергосистем застосовують пристрій пониженого відбору газу (без підйому до кришки трансформатора). Для цього до верхнього крану газового реле приєднують металеву трубку, яка потім прокладається уздовж бака трансформатора і на висоті близько 1,5 м від землі згинається під кутом приблизно 90°. На загнутому кінці трубки встановлюється кран. У нормальному стані кран на газовому реле відкритий, а у кінці трубки закритий. Його відкривають при відборі проби газу.

<http://leg.co.ua/knigi/rzia/obslyzhivanie-rzia-i-vtorichnyh-cepey-13.html>