

ОКП 34 1140

ТРАНСФОРМАТОРИ СИЛОВІ СУХІ
ТИПІВ ТСЗН, ТСН, ТСЗНО, ТСНО
ПОТУЖНІСТЮ ВІД 100 ДО 2000 кВ·А КЛАСУ
НАПРУГИ ДО 3, 6 – 10 кВ
НАСТАНОВА ЩОДО ЕКСПЛУАТУВАННЯ
1ВП.717.010 НЕ

| | | | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Інв. № оригін. | Підп. і дата | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |
|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 3 |
| 1 Опис і робота | 4 |
| 1.1 Призначення..... | 4 |
| 1.2 Технічні характеристики..... | 4 |
| 1.3 Будова виробу..... | 5 |
| 1.4 Маркування і консервація..... | 7 |
| 1.5 Правила зберігання..... | 7 |
| 1.6 Транспортування..... | 7 |
| 2 Інструкція з експлуатації..... | 9 |
| 2.1 Вказівки заходів безпеки..... | 9 |
| 2.2 Порядок установки..... | 9 |
| 2.3 Підготовка до роботи..... | 9 |
| 2.4 Можливі несправності, їх причини та способи усунення | 11 |
| 2.5 Технічне обслуговування..... | 11 |
| Додаток А Рекомендації щодо вентиляції | 13 |
| Додаток Б Перевантажувальна здатність трансформаторів ТС(З)Н | 15 |

| | | | | | | | | |
|----------------|---------|--------------|-------|--------------|---|-----------------------------------|------|---------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | | | |
| Зм | Лист | № докум | Підп. | Дата | Трансформатори силові сухі типів ТСЗН, ТСН, ТСЗНО, ТСНО потужністю від 100 до 2000 кВ·А класу напруги до 3, 6 – 10 кВ Настанова щодо експлуатування | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Розробив | Вашук | | | | | А | 2 | 17 |
| Перевірив | Дмитрик | | | | | ТОВ «Укрелектроапарат» | | |
| Нач. КБ | | | | | | | | |
| Н. контр. | Музика | | | | | | | |
| Затвердив | Корчик | | | | | | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата | | |

Ця настанова щодо експлуатування (на далі – НЕ) призначена для ознайомлення обслуговуючого персоналу з будовою, з конструкцією і принципом роботи сухих трансформаторів внутрішньої установки, а також для практичного використання при експлуатації трансформаторів.

Настанова щодо експлуатування містить: опис, принцип роботи, додатки, а також інформацію щодо технічного обслуговування.

Трансформатори з природним повітряним охолодженням типу ТСЗН, ТСН з обмоткою з ізоляцією типу «Nomex» виготовляються класом напруги 6 - 10 кВ, потужністю від 250 до 2000 кВ·А. Трансформатори потужністю від 100 до 250 кВ·А виготовляються класом напруги до 3 кВ.

Трансформатори з примусовим охолодженням типу ТСЗНО, ТСНО з обмоткою з ізоляцією типу «Nomex» виготовляються класом напруги 6 - 10 кВ, потужністю від 250 до 2000 кВ·А.

Трансформатори відповідають вимогам ДСТУ EN 60076-1, ДСТУ EN 60076-11.

При експлуатації трансформаторів необхідно керуватися такими: «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ), «Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів» (ПТЕ), НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Трансформатори повинні експлуатуватися кваліфікованим обслуговуючим персоналом. Персонал, що обслуговує трансформатори, повинен:

- мати спеціальну підготовку, яка забезпечує правильну і безпечну експлуатацію трансформаторів;
- твердо знати і чітко виконувати вимоги даної НЕ та супутню нормативну документацію;
- вільно розбиратися в тому, які елементи повинні бути відключені в період ремонтних робіт;
- вміти і знати та забезпечити заходи безпеки, передбачені правилами техніки безпеки і НЕ;
- знати правила надання першої медичної допомоги потерпілому від дії ураження електричного струму і мати практичні навички для надання першої допомоги;
- вміти організувати безпечне робоче місце та мати організаційні навички, для створення нормальної робочої атмосфери.

У складі бригади при обслуговуванні трансформатора, повинно бути не менше двох працівників, з яких один повинен мати групу з електробезпеки не менше IV.

| | | | | | | |
|----------------|------|--------------|-------|--------------|----------------|--------------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | Аркуш |
| | | | | | | 3 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |

1 ОПИС І РОБОТА

1.1 Призначення.

Трансформатори типу ТС(З)Н, ТС(З)НО з ізоляцією типу «Nomex» призначені для розподілу електричної енергії при установці в промислових приміщеннях і громадських будівлях, до яких пред'являють підвищені вимоги пожежної безпеки, вибухозахищеності та екологічної чистоти.

Умовне позначення трансформатора:

Т – трифазний;

С – охолодження природне повітряне;

З – захищене виконання;

Н – ізоляція обмоток «Nomex»;

О – з примусовим охолодженням.

Після літерного позначення цифрами вказуються номінальна потужність, напруга, кліматичне виконання, категорія розміщення.

1.1.1 Номінальні умови роботи трансформатора:

а) висота над рівнем моря не більше 1000 м;

б) температура навколишнього повітря від мінус 10 °С до плюс 40 °С;

в) відносна вологість навколишнього повітря не більше 80 % при температурі плюс 25 °С, середньорічне значення 60 % при температурі плюс 20 °С;

г) навколишнє середовище – не вибухонебезпечне, що не містить агресивних парів і газів в концентраціях, що можуть призвести до корозії металів і пошкодження ізоляції, а також ненасичені струмопровідним пилом.

д) технічні характеристики електроенергії повинні відповідати ДСТУ EN 50160.

1.2 Технічні характеристики.

Основні технічні характеристики трансформаторів - потужність, напруга, струм, втрати (активні, пасивні) та інші технічні дані, а також результати заводських випробувань вказані в паспорті, що входить до складу експлуатаційної документації.

1.2.1 Габаритні, установчі, приєднувальні розміри і маса трансформатора вказані в габаритному ескізі, що входить в супроводжуючу документацію.

Додатково до документації для трансформаторів типів ТСНО та ТСЗНО, додається схема електрична принципова під'єднання вентиляторів (Э4) та перелік (ПЭ4).

1.2.2 Трансформатори повинні витримувати в експлуатації ударні поштовхи струмом.

Для сухих трансформаторів, крім трансформаторів власних потреб для електростанції, відношення діючого значення ударного поштовху струмом до номінального значення струму (кратність) не повинно перевищувати значень, вказаних в таблиці 1.

| | | | | | | |
|----------------|------|--------------|-------|--------------|----------------|--------------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | Аркуш |
| | | | | | | 4 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |

Для трансформаторів власних потреб, повинні бути не більше – 3, при повторюваності не більше - 2 рази в день.

Таблиця 1

| Число ударних поштовхів за добу | Кратність, не більше |
|---------------------------------|----------------------|
| до 3 включно | 3 |
| вище 3 » 10 | 2 |
| від 10 » 100 | 1,1 |
| 100 » 1000 | 1 |

При числі ударних поштовхів струмом понад 100 на добу або при їх тривалості більше 15 с, слід провести погодження даних особливостей роботи виробу, перед оформленням замовлення з виробником.

1.3 Будова виробу.

1.3.1 Трансформатори складаються з таких основних складальних одиниць:

- магнітопроводу;
- обмоток, розміщених на магнітопроводі (активній частині);
- відводів (вводів ВН і шин НН);
- захисного кожуха (для трансформатори типів ТСЗН, ТСЗНО);
- вентиляторів (для трансформаторів типів ТСНО, ТСЗНО).

1.3.2 Керування напругою трансформаторів, проміжком 2,5 % на величину $\pm 2 \times 2,5$ % від номінальної, відбувається при відключеному трансформаторі від мережі (ПБЗ).

Перемикання здійснюється по стороні ВН за рахунок перемичок (їх перестановки), розміщених на панелях.

1.3.3 Для захисту від перегріву трансформатори комплектуються пристроєм теплового захисту реле TR-100 або TR-100M та іншими (при погодженні з замовником), керовані термісторами РТ-100, що встановлені в обмотки НН трансформатора.

Технічні характеристики, вимоги до використання, схема підключення та застосування даних реле TR-100, TR-100M вказані в інструкції, що міститься в супроводжувачій документації в комплекті з трансформатором.

Примітка – Дивись налаштування реле, щодо температури сигналу перегріву.

1.3.4 В трансформаторах типів ТСНО і ТСЗНО примусова циркуляція повітря здійснюється за допомогою вентиляторів, розташованих по боках трансформатора.

При досягненні температури, вище максимально допустимої здійснюється автоматичний пуск вентиляторів або їх відключення при зниженні температури до робочої.

Примітка – Дивись налаштування реле, щодо температуру увімкнення та вимкнення вентиляторів.

| | | | | | | |
|----------------|------|--------------|-------|--------------|----------------|--------------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | Аркуш |
| | | | | | | 5 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |

Контроль температури обмоток здійснюється автоматично терморелем.

Трансформатори ТСНО і ТСЗНО оснащені наступними термореле:

- цифровим температурним реле TR-100 або TR-100M;
- іншим реле (на вимогу замовника при замовленні виробу).

Перевантажувальна здатність даних трансформаторів складає до 1.4 номінальної потужності, при збереженні ізоляційних властивостей трансформатора.

1.3.5 Трансформатори виготовляються з наступними ступенем захисту:

- IP00 - без кожуха (наприклад ТСН, ТСНО);
- IP21 - з кожухом (наприклад ТСЗН, ТСЗНО).

Примітка – На вимогу замовника, можливе виготовлення з іншим ступенем захисту.

1.3.6 Трансформатори типів ТСЗН, ТСЗНО на вимогу замовника виготовляються в наступних виконаннях в кожусі:

- з можливістю підключення силових кабелів через дно кожуха (крім ТСЗНО);
- з шинними виводами НН і ізоляторами ВН через кришку трансформатора;
- з шинними виводами НН і ВН через торцеві стінки кожуха.

Кожух трансформатора, забезпечує захист трансформатора від впливу зовнішніх факторів, а також захист персоналу від ураження електричним струмом.

1.3.7 На вимогу замовника можливе проектування та виготовлення трансформаторів з відмінними параметрами будь-якого конструктивного виконання.

УВАГА! У зв'язку з постійним вдосконаленням конструкції і технології виготовлення трансформаторів, в даній інструкції можуть мати місце окремі розбіжності між описом та самим виробом.

1.3.8 Магнітопровід виготовляється з високоякісної електротехнічної сталі.

Спеціальна порізка на лінії «GEORG» і методи складання зі схемою шихтовки «Step-lap» із застосуванням бандажів, стяжних шпильок, спеціальних клеїв забезпечують низькі втрати неробочого ходу і рівень шуму.

Для захисту від корозії застосовані кремнійорганічні фарби.

1.3.9 Обмотки НН та ВН виготовляються по типу котушки (неперервні), так і шарові з мідного проводу в ізоляції «Nomex», в залежності від потужності трансформатора.

Обмотки НН трансформаторів, потужністю від 630 кВ•А і вище можуть виготовлятися зі стрічки мідної (Cu) так і алюмінієвої (Al).

Перевагою сухих трансформаторів ТСН, ТСЗН, ТСНО, ТСЗНО з обмотками, виготовлених з проводу із ізоляцією «Nomex» мають клас нагрівостійкості «Н» (180 °С) порівняно з литими обмотками включаючи таке:

| | | | | | | | |
|----------------|------|--------------|-------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | Аркуш | |
| | | | | | | 6 | |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | | Інв. № дубл. | Підп. і дата |

- не містять шкідливих речовин та побічних продуктів при роботі;
- втрати холостого ходу і короткого замикання менші на 10 %;
- легко піддаються повторній переробці та ремонту;
- мають чудові діелектричні імпульсні характеристики, що дозволяє піднімати запас міцності, збільшуючи їх надійність;
- випробувальні норми прикладеною напругою і імпульсними перенапруженням збільшені на 25 %;
- дозволяють витримувати нормальні та аварійні навантаження в більш широкому діапазоні при підвищених температурах;
- при роботі в аварійних пікових навантаженнях не виникає пошкодження електричної ізоляції.

1.4 Маркування та консервація.

1.4.1 Позначення фаз “А” (1U); “В” (1V); “С” (1W); “а” (2U); “b” (2V); “с” (2W); “0” (2N).

1.4.2 Консервацію виконано згідно з технічними вимогами (КД) перед пакуванням трансформатора. Консервації підлягають:

- контактні частини струмоведучих шин і вводів;
- болти заземлення;
- щитки, знаки попереджувальні і т. д.;
- таблички (при необхідності).

1.4.3 Термін придатності консервації складає 12 місяців.

1.5 Правила зберігання.

1.5.1 При зберіганні трансформаторів до монтажу необхідно вживати заходи, що виключають можливість механічного пошкодження.

1.5.2 Трансформатори повинні зберігатися в закритому сухому в провітрюваному приміщенні при температурі від мінус 45 °С до плюс 40 °С з відносною вологістю не вище 80 %.

1.5.3 При зберіганні трансформатора, за ним має бути встановлено систематичне спостереження, як за резервним.

1.5.4 Забороняється, зберігання трансформаторів на відкритих майданчиках під впливом сонячних променів і атмосферних опадів.

1.5.5 Консервуюче мастило, необхідно відновлювати після закінчення терміну його придатності, а також у міру необхідності під час зберігання.

| | | | | | | |
|----------------|------|--------------|-------|--------------|-----------------------|--------------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | Аркуш |
| | | | | | | 7 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |

1.6 Транспортування.

1.6.1 Транспортування трансформаторів здійснюється залізничним, автомобільним або водним транспортом.

1.6.2 Завантаження та розвантаження трансформаторів допускається здійснювати краном, лебідками та іншим вантажопідйомними механізмами, вантажопідйомність яких відповідає нормам та стандартам.

Кут між стропами не повинен перевищувати більше 60°.

1.6.3 При пересуванні трансформаторів в горизонтальному напрямку на катках необхідно переконатись в надійності місць кріплення.

Кріпитись до виробу дозволяється тільки за опорні елементи конструкції виробу.

1.6.4 Кріплення виробу в транспорті та транспортування має відповідати нормам та правилам, які діють на даний вид транспорту.

| | | | | | | |
|----------------|------|--------------|-------|--------------|----------------|--------------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | Аркуш |
| | | | | | | 8 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |

2. ІНСТРУКЦІЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ

2.1 Вказівки заходів безпеки.

2.1.1 Підключення та відключення шин і кабелів, а також проведення всіх періодичних оглядів допускається тільки при повністю знятій напрузі у відповідності до діючих правил - ПУЕ та ПТЕ.

2.1.2 Перед включенням трансформатора під напругу перевірте надійність підключення заземлення.

2.1.3 Підключення трансформатора до заземлюючого контуру і вимірювання заземлюючого опору пристрою, проводиться спеціалізованою організацією.

2.1.4 При аварійній ситуації з трансформатором: короткому замиканні, сильній трясці, короні - негайно вжити заходів до зняття напруги трансформатора зі сторін ВН і НН до з'ясування причин та їх усунення.

2.1.5 Перемикання відгалужень обмоток трансформаторів проводити тільки при повністю знятій напрузі (ПБЗ).

2.2 Порядок та вимоги щодо встановлення.

2.2.1 Трансформатор повинен встановлюватися в закритому незапиленому приміщенні з характеристиками згідно додатку А.

2.2.2 Підключення підвідних шин і кабелів має здійснюватися таким чином, щоб не створювати механічного навантаження на відводи та шини трансформатора.

2.2.3 Трансформатор повинен встановлюватися на жорсткий фундамент і кріпитися фундаментними болтами, для яких на лапах (візках) трансформатора передбачені отвори.

Перед установкою трансформатора на фундамент катки слід зняти.

Можливе встановлення на катках з надійною фіксацією катків.

Також передбачено отвори під встановлення віброопор для встановлення трансформатора на віброопорах.

2.2.4 На металоконструкції трансформатора передбачено елементи кріплення для заземлення. Для приєднання заземлювальної шини в нижній частині металоконструкції наявні бобишки з кріпленням, позначені умовним знаком « \perp ».

Перед приєднанням шини, контактну поверхню бобишки необхідно очистити від захисного покриття (змазки, фарби і т. д.).

2.3 Підготовка до роботи.

2.3.1 До початку монтажу необхідно:

2.3.1.1 Визначити відповідно до норм згідно з інструкцією ГКД 34.46.501-2003 «Трансформатори силові» (умови включення трансформатора, об'єм і норми випро-

| | | | | | | |
|----------------|------|--------------|-------|--------------|----------------|--------------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | Аркуш |
| | | | | | | 9 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |

бувань при вводі в експлуатацію і в процесі експлуатації, транспортування, розвантаження, зберігання, монтажу і введення в експлуатацію). «Об'єм і норми випробувань електрообладнання» (РД 34.45-51.300-97)

2.3.1.2 Вивчити супроводжуючу технічну документацію, «Типова інструкція з експлуатації трансформаторів силових» (ГКД 34.46.501-2003), підготувати монтажний майданчик, обладнання та матеріали.

2.3.1.3 Провести огляд пакування, переконатися у відсутності механічних ушкоджень і скласти акт про результати огляду після транспортування.

2.3.1.4 Зняти пакування з виробу, оглянути і видалити консервуюче мастило з поверхонь.

2.3.1.5 Провести зовнішній огляд виробу. При огляді звернути увагу на відсутність механічних пошкоджень, на затяжку болтів в місцях контактних з'єднань, пресування обмоток і магнітопроводу.

2.3.1.6 Продути вироби сухим стиснутим повітрям.

2.3.1.7 Перевірити опір ізоляції обмоток мега-омметром з напругою 2500 В.

Опір ізоляції при температурі 20 - 30 °С повинен бути для обмоток трансформаторів з номінальною напругою до 1 кВ - не менше 100 МОм, для 6 кВ - не менше 300 МОм, більше 6 кВ - не менше 500 МОм.

2.3.1.8 Виміряти опір обмоток. Виміряні значення не повинні відрізнитися від зазначених в паспорті більше ніж на $\pm 6\%$.

2.3.1.9 Перевірити коефіцієнт трансформації на всіх відпайках.

2.3.1.10 Випробувати підвищеною напругою промислової частоти для класу напруги обмотки: до 0.69 кВ – 2.4 кВ, для 6 кВ – 16.0 кВ, для 10 кВ – 22.4 кВ.

Тривалість прикладення нормованої випробувальної напруги 1 хв.

2.3.1.11 Виміряти струм і втрати неробочого ходу.

2.3.1.12 Випробувати включенням поштовхом на номінальну напругу.

В процесі 3 - 5 - кратного включення трансформатора на номінальну напругу, не повинні мати місце явища, які вказують на незадовільний стан трансформатора.

Трансформатори, змонтовані за схемою блоку з генератором, рекомендується включати в мережу підйомом напруги з нуля.

2.3.2 Результати випробувань трансформатора заносять в паспорт.

2.3.3 Перше включення трансформатора слід зробити при відключеному навантаженні (в режимі неробочого ходу), на номінальну напругу на час не менше 12 годин, для прослуховування і спостереження за станом трансформатора.

| | | | | | | | |
|----------------|------|--------------|-------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | Аркуш | |
| | | | | | | 10 | |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | | Інв. № дубл. | Підп. і дата |

При задовільних результатах першого включення трансформатор, може бути включений під навантаження.

2.4 Можливі несправності, їх причини та способи усунення вказані в таблиці 2.

Таблиця 2

| Несправність | Ймовірна причина несправності | Спосіб усунення |
|---|---|--|
| 1 Відключення трансформатора від дії струмового захисту | Перевантаження понад допустиме, зовнішнє коротке замикання або пошкодження ізоляції. | Знизити навантаження до номінального. Усунути зовнішнє коротке замикання. Оглянути виріб та провести випробування згідно з п. 2.3. |
| 2 Поява підвищеного нерівномірного шуму | Порушення в режимі живлення. Ослабла опресовка магнітопроводу або ослабло кріплення окремих деталей. | Відновити нормальний режим роботи виробу. Перевірити опресування магнітопроводу, а також кріплення листів захисного кожуха, помічені ослаблення підтягнути. |

2.5 Технічне обслуговування.

2.5.1 Склад і чисельність обслуговуючого персоналу, визначається правилами технічної експлуатації електрообладнання (ПТЕ) та діючих правил та нормами на підприємстві.

2.5.2 До включення трансформатора під навантаження необхідно перевірити налаштування і справність всіх захисних пристроїв.

2.5.2.1 При проведенні пуско-налагоджувальних робіт, при налаштуванні реле термозахисту трансформатора, необхідно перевірити налаштування реле, щодо температурних вимог:

- температура спрацювання тривоги – 160 °С;
- температура спрацювання розчіплення – 180 °С;
- температура включення примусового охолодження – 110 °С (для ТС(3)НО).

УВАГА! Реле термозахисту TR-100, TR-100M та інші, повинні живитися від незалежного джерела живлення.

Невиконання даної вимоги, веде до зняття гарантії.

2.5.3 Включення трансформатора в мережу допускається робити поштовхом на повну напругу.

2.5.4 Під час роботи трансформатор повинен видавати рівномірний звук, без різкого шуму чи потріскувань.

| | | | | | | |
|----------------|------|--------------|-------|--------------|-----------------------|--------------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | Аркуш |
| | | | | | | 11 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |

2.5.5 Трансформатор, що знаходиться в експлуатації, повинен піддаватись:

- поточному контролю;
- періодичним ревізіям при повному відключенні від мережі.

2.5.6 Поточний контроль включає в собі огляд включеного трансформатора. Огляд проводиться на відстані не менше 1 м від частин, що знаходяться під напругою.

2.5.7 Періодична ревізія трансформаторів проводиться при повністю знятій нарузі.

2.5.8 Не допускається накопичення пилу і бруду на кришці, на захисному кожуху, на вводах, на магнітопроводі, на обмотках та шинах.

2.5.9 Помічені в процесі експлуатації пошкодження фарбового покриття металевих частин трансформатор необхідно негайно усувати, шляхом підфарбовування.

2.5.10 Сухі трансформатори з обмотками з ізоляцією «Nomex» в порівнянні з трансформаторами масляними відрізняються:

- простотою в експлуатації;
- зниженою пожежонебезпекою;
- мінімальним доглядом;
- простим контролем стану за робочими частинами трансформатора;
- стійкістю до впливу вогкості та вологості;
- відсутністю виділення токсичних та їдких газів (у випадку пожежі);
- майже всі елементи трансформатора піддаються утилізації та можливість використання їх при вторинній переробці.

| | | | | | | |
|----------------|------|--------------|-------|--------------|----------------|--------------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | Аркуш |
| | | | | | | 12 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |

Додаток А
(довідковий)

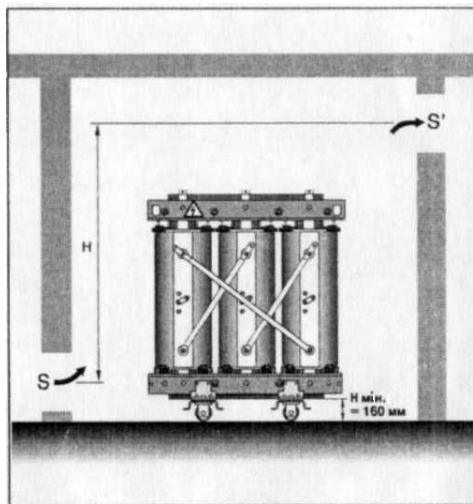
Рекомендації щодо вентиляції

1 Природне охолодження.

1.1 Визначення висоти розташування і перетину вентиляційних отворів.

У загальному випадку, природне охолодження (АН) трансформатора має на меті розсіювання (відвід) надлишкового тепла від сумарних втрат трансформатора за допомогою природної конвекції холодного повітря.

Правильно організована система вентиляції включає в себе отвір перерізом S для впуску свіжого повітря, розташований в нижній частині стіни приміщення, і отвір перерізом S' для випуску нагрітого повітря, розташований у верхній частині протилежної стіни, на висоті H по відношенню до впускного отвору (мал. 1).



Малюнок 1 – Розташування вентиляційних отворів при природному охолодженні.

Для розрахунку розмірів каналів для приміщення з номінальною середньорічною температурою 20 °С слід використовувати такі емпіричні формули:

$$S = \frac{0,18 \cdot P}{\sqrt{H}} \quad \text{і} \quad S' = 1,10 \cdot S,$$

де P - сумарні втрати неробочого ходу і навантажувальних втрат трансформатора при 145 °С, кВт;

S – площа отвору впуску повітря (за виключенням площі решітки), м²;

S' – площа отвору випуску повітря (за виключенням площі решітки), м²;

H – висота розташування впускного отвору по відношенню до впускного, м.

| | | | | | | |
|----------------|------|--------------|-------|--------------|-----------------------|--------------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | Аркуш |
| | | | | | | 13 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |

2 Примусова вентиляція.

Примусова вентиляція трансформатора необхідна у випадках:

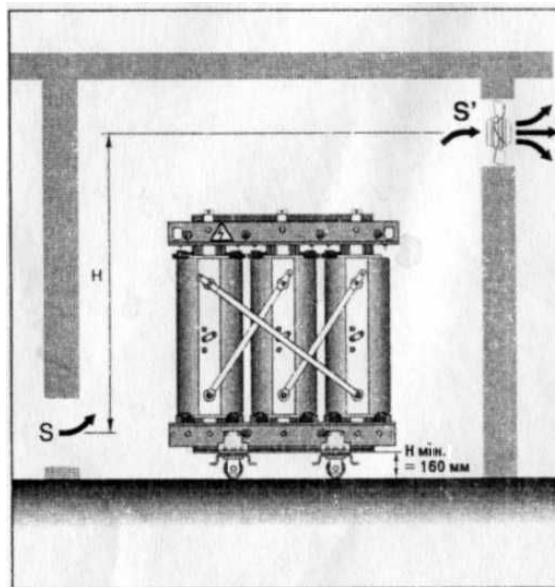
- часті перевантаження;
- невеликі розміри приміщення;
- приміщення рідко або погано провітрюється;
- середньорічна температура перевищує 20 °С

Примусову вентиляцію приміщення (підстанції) можна виконати установкою в верхній частині приміщення витяжного вентилятора (мал. 2), а також поверхневих вентиляторів (тангенціальних) або інших технічних засобів.

Управління вентиляторами, а також встановленими безпосередньо на трансформатор, забезпечується автоматично за допомогою термостата або терморегулюючих пристроїв. Рекомендована продуктивність Q (м³/с) вентилятора при 20 °С, розраховується по формулі:

$$Q = 0,11 \cdot \Sigma P,$$

де ΣP – сумарні втрати, кВт при 145 °С.



Малюнок 2 - Розташування вентиляційних отворів при примусовому охолодженні.

Об'єм потоку повітря вентилятора повинен становити не менше 3,5 – 4 м³/хв на кожний кВт втрат при 145 °С.

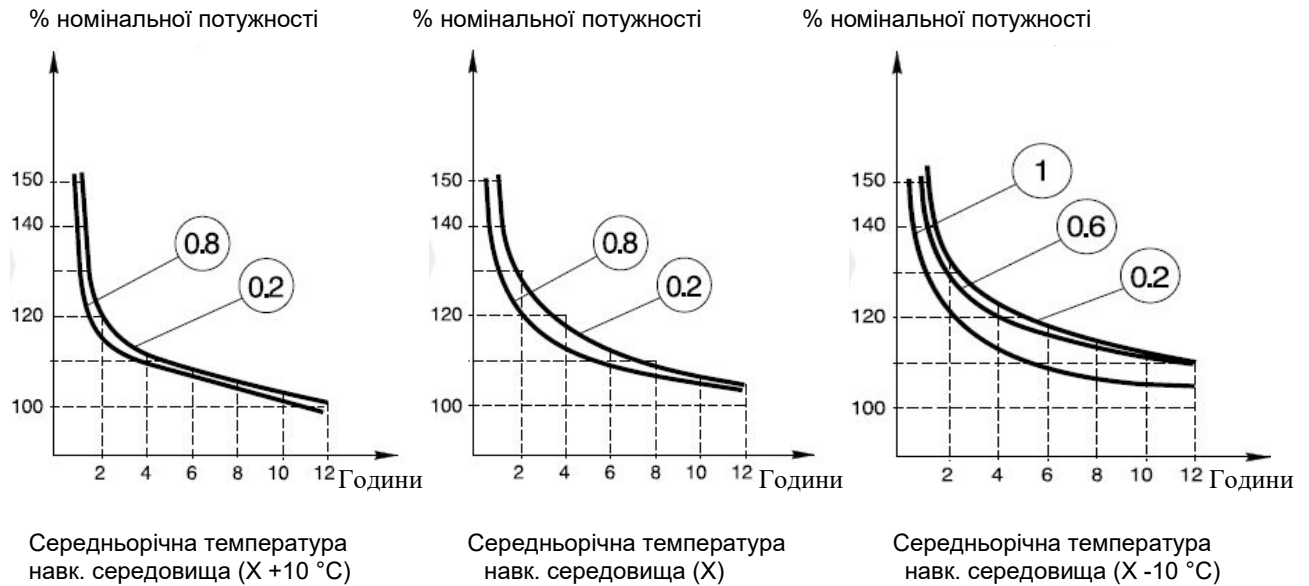
УВАГА! Недостатня циркуляція повітря може привести до постійних перегрівів трансформатора і спрацьовувань теплового захисту, при цьому термін служби трансформатора може скоротитися при надмірних перевантаженнях. Крім того, знижується перевантажувальна здатність трансформатора, який працює в приміщенні з недостатнім об'ємом повітря.

| | | | | | | |
|----------------|------|--------------|-------|--------------|----------------|--------------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | Аркуш |
| | | | | | | 14 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |

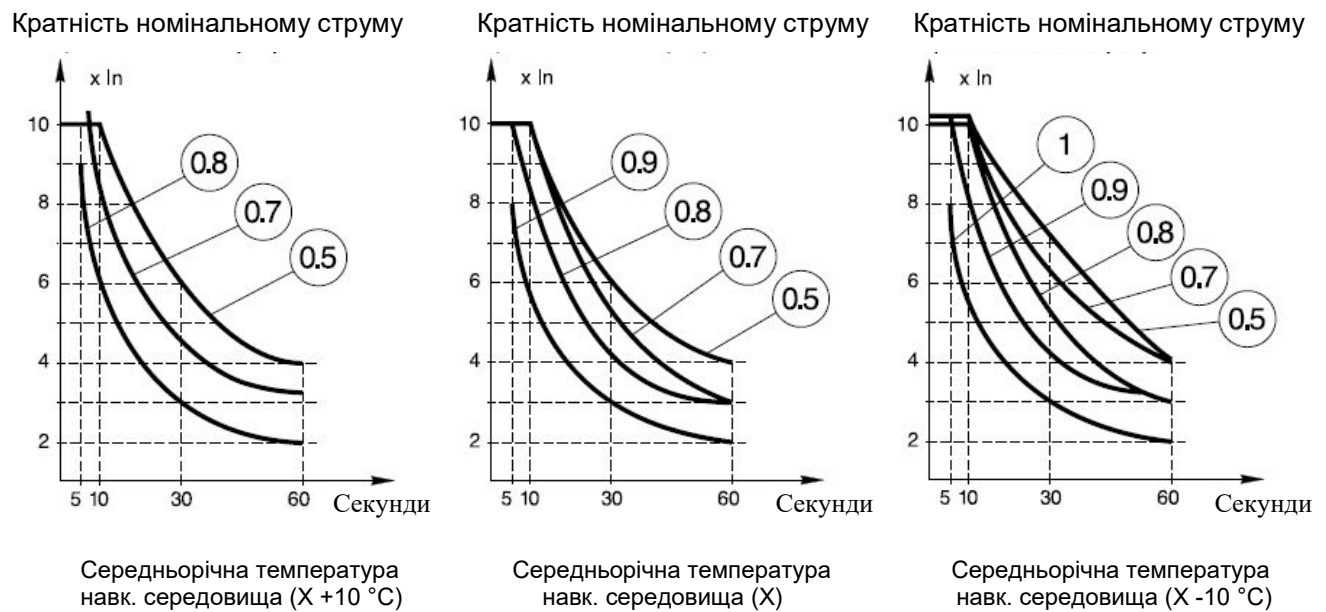
Додаток Д
(довідковий)

Перевантажувальна здатність трансформаторів ТС(З)Н

1 Допустимі тимчасові перевантаження для щоденного циклу роботи:



2 Допустимі короточасні перевантаження:



Трансформатори відповідають «Керівництву з навантаження силових сухих трансформаторів» ДСТУ 2767-94 (IEC 60905, ГОСТ 30221-97).

Трансформатори розраховані на роботу з номінальною потужністю при температурах навколишнього середовища, що визначаються стандартом ДСТУ EN 60076-11:

- максимальна 40 °С;
- середньодобова 30 °С;
- середньорічна 20 °С.

| | | | | | | |
|----------------|------|--------------|-------|--------------|-----------------------|--------------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | Аркуш |
| | | | | | | 15 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |

Якщо не має особливих вимог, то середньорічною температурою вважається 20 °С.

Допустимі перевантаження залежать від:

- коефіцієнта попереднього навантаження трансформатора (перевантаження без скорочення терміну служби допускається за умови, якщо вони компенсуються робочим навантаженням, меншим ніж номінальна потужність);

- середньої температури навколишнього середовища.

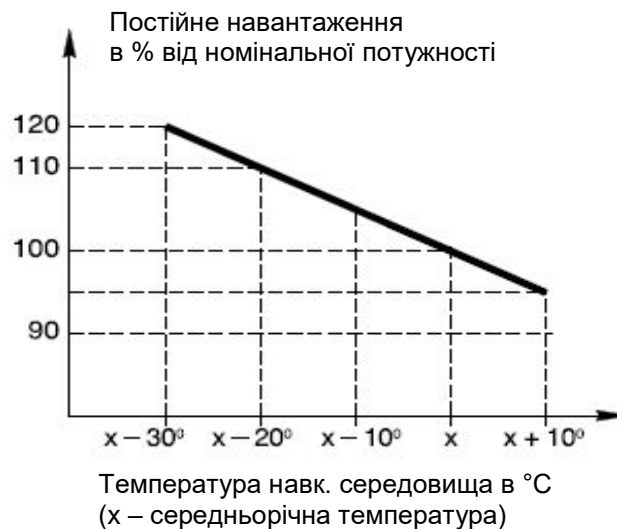
Коефіцієнт попереднього навантаження трансформатора розраховують за формулою:

$$K = \frac{P}{S},$$

де P – навантаження, кВт;

S – номінальна потужність, кВ·А.

З Допустиме постійне навантаження в залежності від середньої температури, яка відповідає нормальному строку служби.



Трансформатор розрахований на роботу при температурі навколишнього середовища 40 °С, може використовуватися при більш високій температурі при зниженні допустимого навантаження, як показано в таблиці 1.

Таблиця 1

| Максимальна температура навколишнього середовища, °С | Допустиме навантаження, кВт |
|--|-----------------------------|
| 40 | P |
| 45 | 0,97·P |
| 50 | 0,94·P |
| 55 | 0,90·P |

| | | | | | | |
|----------------|------|--------------|-------|--------------|----------------|--------------|
| | | | | | 1ВП.717.010 НЕ | Аркуш |
| | | | | | | 16 |
| Зм. | Лист | № докум. | Підп. | Дата | | |
| Інв. № оригін. | | Підп. і дата | | Взам. інв. № | Інв. № дубл. | Підп. і дата |

