

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

СЕРІЯ СТАНДАРТІВ З БЕЗПЕЧНОСТІ

БЕЗПЕЧНІСТЬ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ, СИЛОВИХ БЛОКІВ ЖИВЛЕННЯ, РЕАКТОРІВ Й АНАЛОГІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Частина 1. Загальні технічні вимоги та випробування
(IEC 61558-1:2005, IDT)

ДСТУ IEC 61558-1:2010

Видання офіційне

Київ

Державний Комітет України з питань технічного
регулювання та споживчої політики

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: ТК 30 «Трансформатори і високовольтна апаратура»

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: І. Кальченко,
М. Одаренко (науковий керівник), О. Сисуненко, канд. техн. наук, Н. Тернова,
Л. Чернишова

2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Держспоживстандарту України
від _____ № _____ з _____

3 Національний стандарт відповідає IEC 61558-1:2005 Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products – Part 1: General requirements and tests (Безпечність силових трансформаторів, силових блоків живлення, реакторів й аналогічних пристроїв. Частина 1. Загальні технічні вимоги та випробування)
Ступінь відповідності – ідентичний (IDT)
Переклад з англійської (en)

4 На заміну ДСТУ IEC 61558-1-2001

ЗМІСТ

	С.
Національний вступ.....	VI-VII
1 Сфера застосування.....	1
2 Нормативні посилання.....	5
3 Визначення понять.....	11
4 Загальні технічні вимоги.....	25
5 Загальні умови випробувань.....	26
6 Номінальні дані.....	28
7 Класифікація.....	28
8 Маркування та додаткова інформація.....	30
9 Захист від доступу до небезпечних піднапругових частин.....	37
10 Регулювання первинної напруги.....	41
11 Вторинна напруга та вторинний струм під час навантаження.....	41
12 Вторинна напруга неробочого ходу.....	42
13 Напруга короткого замикання.....	43
14 Перевищення температури.....	43
15 Захист від коротких замикань і перевантажень.....	50
16 Механічна міцність.....	57
17 Захист від шкідливого проникнення пилу, твердих часток і вологи.....	60
18 Опір і електрична міцність ізоляції, струм дотику (спливу).....	65
19 Конструкція.....	71
20 Комплектувальні вироби.....	80
21 Внутрішні проводи.....	87
22 Під'єднання до джерела живлення, зовнішні гнучкі кабелі або шнури.....	88
23 Затискачі для зовнішніх проводів.....	95
24 Уземлення.....	98
25 Гвинти та з'єднання.....	99

26 Шляхи струму спливу, повітряні проміжки та відстані крізь ізоляцію.....	103
27 Теплостійкість, вогнетривкість і трекінгостійкість.....	116
28 Стійкість до корозії	121
Рисунок 1 – Коробка для випробування щитового трансформатора (5.10).....	122
Рисунок 2 – Стандартний випробний палець.....	123
Рисунок 3 – Випробний стрижень	124
Рисунок 4 – Випробування шарів ізоляційного покриття на стійкість до нанесення подряпин.....	124
Рисунок 5 – Пристрій для випробування на вдавлювання кулькою (27.1).....	125
Рисунок 6 – Випробний пристрій для перевірки стійкості тонколистової ізоляції до механічних впливів (26.3).....	126
Рисунок 7 – Пристрій для випробування на вигин (22.9.4).....	127
Рисунок 8 – Випробна установка: Однофазне сполучення в зірку системи TN або TT.....	128
ДОДАТОК А Вимірювання шляхів струму спливу та повітряних проміжків...	129
ДОДАТОК В Випробування серії трансформаторів	133
ДОДАТОК С Шляхи струму спливу (шсс), повітряні проміжки (пп) на відстані крізь ізоляцію (вкі). Матеріали групи II ($400 \leq \text{ПІТ} < 600$).....	135
ДОДАТОК D Шляхи струму спливу (шсс), повітряні проміжки (пп) на відстані крізь ізоляцію (вкі). Матеріали групи I ($\text{ПІТ} \geq 600$).....	143
ДОДАТОК E Випробування розжареним проводом.....	151
ДОДАТОК F Вимоги до вимикачів з ручним керуванням, які є частиною складання трансформатора.....	151
ДОДАТОК G Випробування на трекінгостійкість.....	154
ДОДАТОК H Електронні кола.....	155
ДОДАТОК I (відмінено).....	160
ДОДАТОК J Схема вимірювання струмів дотику	161
ДОДАТОК K Ізоляційні обмотувальні проводи, використовувані як багат шарова ізоляція.....	161
ДОДАТОК L Приймально-здавальні випробування (виробничі випробування).	163

ДОДАТОК М Приклади для застосування як настанова до 19.1.....	165
ДОДАТОК N Приклади точок прикладання випробних напруг	168
ДОДАТОК О (відмінено).....	170
ДОДАТОК Р Приклади точок вимірювання шляхів струму спливу та повітряних проміжків.....	171
ДОДАТОК О Пояснення цифр коду IP для ступенів захисту.....	173
ДОДАТОК R Пояснення до застосування пункту 4.1.1.2.1 IEC 60664-1 (26.2).....	175
ДОДАТОК Б (відмінено).....	177
ДОДАТОК Т (відмінено).....	178
ДОДАТОК U Варіант позначення трансформаторів t_w	179
ДОДАТОК V Символи для термовимикачів.....	190
ДОДАТОК W Друковані плати з покриттям.....	191
ДОДАТОК X Алфавітний покажчик визначених понять	192
Бібліографія.....	195

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є ідентичний переклад

IEC 61558-1: 2005 Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products – Part 1: General requirements and tests (Безпечність силових трансформаторів, силових блоків живлення, реакторів й аналогічних пристроїв. Частина 1. Загальні технічні вимоги та випробування).

Технічним комітетом, відповідальним за цей стандарт, є ТК 30 «Трансформатори та високовольтна апаратура».

Цей стандарт замінює ДСТУ ІЕС 61558-1-2001 «Безпечність силових трансформаторів, силових блоків живлення й аналогічних пристроїв. Частина 1. Загальні вимоги та випробування».

У стандарті прийнято визнану на міжнародному рівні систему захисту від небезпеки, наприклад, під час займання, механічних та електричних впливів за нормальних умов експлуатації трансформатора та дотримання інструкцій виробника. У стандарті враховано можливі аварійні ситуації.

Трансформатор, що відповідає вимогам цього стандарту, не обов'язково слід розглядати як трансформатор, що відповідає принципам безпеки, прийнятим у цьому стандарті, якщо під час огляду чи випробування в ньому буде виявлено конструктивні відмінності, які знижують рівень безпеки, установлений цими технічними вимогами.

Будь-який трансформатор, конструкція якого і матеріал, з якого його виготовлено, відрізняються від установлених цим стандартом вимог, можна оглянути й випробувати на відповідність вимогам цього стандарту; у разі суттєвої відповідності можна вважати, що трансформатор відповідає прийнятим у стандарті принципам безпеки.

Питання електромагнітної сумісності (ЕМС), які не стосуються безпеки трансформаторів, розглядаються в ІЕС 62041: 2003 «Силові трансформатори, блоки живлення, реактори та аналогічні пристрої. Вимоги ЕМС». У стандарті визначені випробування, відповідно до яких трансформатори піддають впливу умов, які вимагають виконання правил безпеки.

В цьому стандарті наведено технічні вимоги та випробування, які є загальними для більшості типів трансформаторів і які, за необхідності, може бути включено у відповідний стандарт додаткових вимог до окремих типів трансформаторів. Таким чином, вимоги цього стандарту не слід вважати придатними для трансформаторів будь-якого типу, тому

наведені у ньому положення поширюються на спеціальні трансформатори тільки в обсязі, установленому відповідним стандартом на цей тип трансформатора.

У стандартах, які мають посилання на розділи цього стандарту, визначено межі застосування вимог цього стандарту та порядок проведення випробування; за необхідності в них наводять додаткові вимоги. Кожний стандарт є самостійним і не містить посилань на інші стандарти додаткових вимог.

Якщо у стандарті додаткових вимог посилання на вимоги розділу цього стандарту виражено словами «Застосовують вимоги розділу цього стандарту», це означає, що застосовують усі вимоги зазначеного розділу цього стандарту, за винятком тих, які явно неприйнятні для типу трансформатора, що розглядається.

Відповідні положення цього стандарту (наприклад, стосовно випробувань обмоток на термостійкість) також поширюються на трансформатори, які є невід'ємною частиною приладу і не можуть бути випробувані окремо.

Як варіант теплової характеристики трансформатора зазначають як номінальну максимальну робочу температуру обмотки (позначення t_w), яку не слід перевищувати для забезпечення мінімального терміну служби трансформатора, як подано у додатку U. Окрім того, для трансформаторів, умови експлуатації яких (розділ 15) відрізняються від нормальних, обумовлене граничне значення температури, яке не має бути перевищено у випадках, коли трансформатор вмонтовано в прилад або коли його встановлено автономно.

У стандарт внесено такі редакційні зміни:

- структурні елементи стандарту: «Обкладинку», «Передмову», «Національний вступ», «Визначення понять», «Абетковий покажчик» (додаток X) та «Бібліографічні дані»
- оформлено згідно з вимогами державної системи стандартизації України;

- одиниці фізичних величин позначено згідно з ДСТУ, 3651.0 – 95 + ДСТУ 3651: 2 – 97;

- до змісту стандарту не включено рисунки і таблиці до додатків стандарту. Додатки А, В, С, D, Е, F, G, H, J, K, L, R, W – обов'язкові. Додатки M,N,P,Q,U,V,X – довідкові (у додатку M наведено національну примітку). Додатки Y,Q,Б,T відмінено.

Копії міжнародних стандартів, на які є посилання в цьому стандарті, не прийняті як національні, можна отримати в Національному фонді нормативних документів.

У цьому стандарті немає посилань на чинні національні нормативні документи.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

БЕЗПЕЧНІСТЬ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ, СИЛОВИХ БЛОКІВ ЖИВЛЕННЯ, РЕАКТОРІВ Й АНАЛОГІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Частина 1. Загальні технічні вимоги та випробування

БЕЗОПАСНОСТЬ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ, СИЛОВЫХ БЛОКОВ ПИТАНИЯ, РЕАКТОРОВ И АНАЛОГИЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Часть 1. Общие технические требования и испытания

SAFETY OF POWER TRANSFORMERS, POWER SUPPLIES, REACTORS AND SIMILAR PRODUCTS

Part 1: General requirements and tests

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 У цьому стандарті розглянуто всі аспекти безпеки силових трансформаторів, силових блоків живлення, реакторів і аналогічних пристроїв, таких як електрична, тепла та механічна безпека.

Цей стандарт розглядає такі типи трансформаторів сухого типу, силових блоків живлення, включаючи комутаційні силові блоки живлення, і реакторів, обмотки яких можуть бути герметизовані чи ні.

Примітка 1. Відмінність між трансформаторами, силовими блоками живлення та комутаційними блоками живлення така:

-для трансформаторів частота не змінюється. Проте трансформатори (наприклад, трансформатори постійного струму) можуть мати внутрішню резонансну частоту не більше 30 кГц;

-для силових блоків живлення внутрішня робоча частота і форма хвилі відрізняються від частоти джерела живлення і форми хвилі, а внутрішня робоча частота не перевищує 500 Гц (3.1.19);

- для комутаційних силових блоків живлення внутрішня робоча частота і форма хвилі відрізняються від частоти джерела живлення і форми хвилі, а внутрішня робоча частота складає більше 500 Гц, але не перевищує 100 МГц.

а) Стаціонарні чи переносні, однофазні і багатофазні, приєднані до інших пристроїв і встановлені автономно, розділові і безпечні розділові трансформатори із повітряним охолодженням (природним або примусовим), які не є частиною розподільної мережі, мають такі характеристики:

-номінальна первинна напруга – не більше 1000 В змінного струму;

-номінальна частота джерела живлення – не більше 500 Гц.

Якщо не зазначено інше у відповідному стандарті, застосовують:

• для розділових трансформаторів :

-номінальну потужність, яка не перевищує 25 кВ·А – для однофазних трансформаторів і не більше 40 кВ·А – для багатофазних;

-вторинну напругу неробочого ходу і номінальну вторинну напругу, які перевищують 50 В змінного струму але не більше 500 В чи 1000 В змінного струму згідно з національними правилами виконання електромонтажних робіт або відповідними вимогами;

• для безпечних розділових трансформаторів:

-номінальна потужність не повинна перевищувати 10 кВ·А – для однофазних і 16 кВ·А – для багатофазних трансформаторів;

-вторинна напруга неробочого ходу і номінальна напруга не перевищують 50 В змінного струму між піднапруговими частинами або між будь-якою піднапруговою частиною та захисним уземленням.

Примітка 1. Розділові та безпечні розділові трансформатори застосовують у випадках, коли згідно з правилами установлення або технічними умовами на пристрій (наприклад, іграшки, дзвінки, переносні інструменти, переносні лампи) між колами передбачено додаткову або посилену ізоляцію.

б) Стаціонарні чи переносні, однофазні чи багатофазні, з повітряним охолодженням (природним або примусовим) трансформатори із розділеними обмотками, автотрансформатори, регульовальні трансформатори і реактори малої потужності, приєднані до інших пристроїв чи встановлені автономно, які не є частиною розподільної мережі, мають такі характеристики:

-номінальна первинна напруга – не більше 1000 В змінного струму;

-номінальна частота джерела живлення – не більше 500 Гц;

Якщо інше не зазначено у відповідному стандарті:

-вторинна напруга неробочого ходу або номінальна вторинна напруга як для встановлених автономно так і для приєднаних до інших пристроїв трансформаторів повинна бути не менше 50 В змінного струму;

-номінальна потужність не повинна перевищувати таких значень :

-1 кВ·А – для однофазних трансформаторів;

-2 квар – для однофазних реакторів;

-5 кВ·А – для багатофазних трансформаторів;

-10 квар – для багатофазних реакторів.

Примітка 2. У випадках, коли правилами встановлення або технічними умовами на пристрій не передбачено подвійну або посилену ізоляцію між колами, застосовують трансформатори з розділеними обмотками.

Примітка 3. Переважно трансформатори типу б) призначено для під'єднання до обладнання для подання напруг, відмінних від напруг мережі на необхідних для виконання обладнанням його функцій. Безпечну ізоляцію може бути досягнуто (або посилено) іншими конструктивними елементами обладнання, наприклад, корпусом. Частини вторинних кіл може бути під'єднано до первинного кола або захисного уземлення.

с) Стаціонарні чи переносні, однофазні і багатофазні, з повітряним охолодженням (природним або примусовим), встановлені автономно чи приєднані до силових блоків живлення і комутаційних блоків живлення з одним або більше трансформаторів типу а) або б), які не є частиною розподільної мережі, мають такі характеристики:

-номінальна первинна напруга – не більше 1000 В змінного струму;

-номінальна частота джерела живлення - не більше 500 Гц;

-внутрішня робоча частота для блоків живлення не повинна перевищувати 500 Гц, а для режиму перемикання блоків живлення – не більше 100 МГц.

І якщо інше не зазначено у відповідному стандарті:

•для силових блоків живлення і комутаційних силових блоків живлення, підімкнених до розділових трансформаторів:

-номінальна потужність для однофазних чи багатофазних силових блоків живлення чи комутаційних силових блоків живлення, яка не перевищує 1 кВ·А;

-вторинна напруга неробочого ходу та номінальна вторинна напруга не повинні перевищувати 50 В змінного струму або 120 В постійного струму і 708 В постійного струму без пульсацій або 1000 В змінного струму і 1415 В постійного струму без пульсацій згідно з правилами виконання електромонтажних робіт та в особливих випадках застосування.

• для силових блоків живлення та комутаційних, підімкнених до безпечних розділових трансформаторів:

- номінальна потужність для однофазних чи багатофазних силових блоків живлення або комутаційних силових блоків живлення, яка не перевищує 1 кВ·А;

- вторинна напруга неробочого ходу і номінальна вторинна напруга, яка перевищує 50 В змінного струму або 120 В постійного струму без пульсацій між провідниками чи між будь-яким провідником і захисним уземленням.

Примітка 4. Блоки живлення і комутаційні блоки живлення, підімкнені до розділових і безпечних розділових трансформаторів, застосовують у випадках, коли правилами встановлення або технічними умовами на пристрій (наприклад, іграшки, дзвінки, переносні інструменти, переносні лампи) між колами передбачено додаткову або посилену ізоляцію.

• для силових блоків живлення та комутаційних блоків живлення, підімкнених до трансформаторів з розділеними обмотками, автотрансформаторів і поворотних трансформаторів:

- номінальна потужність не повинна перевищувати 1 кВ·А – для однофазних або багатофазних силових блоків живлення і комутаційних блоків живлення;

- вторинна напруга неробочого ходу і номінальна вторинна напруга як для встановлених автономно так і для приєднаних до інших пристроїв не повинні перевищувати 15 кВ змінного струму і для встановлених автономно трансформаторів номінальна вторинна напруга – не менше 50 В змінного струму;

Примітка 5. Блоки живлення і комутаційні блоки живлення, підімкнені до трансформаторів з розділеними обмотками, застосовують, якщо правилами встановлення або технічними умовами на пристрій між колами передбачено додаткову чи посилену ізоляцію.

d) Цей стандарт поширюється також на трансформатори з позначенням t_w з номінальною потужністю, що не перевищує 1000 В·А, і температурою не більше 140 °С (t_w 140). Проте маркування t_w не обов'язкове.

Цей стандарт поширюється також на трансформатори, силові блоки живлення, комутаційні блоки живлення і реактори з електронними колами.

Цей стандарт не поширюється на зовнішні кола та їх елементи, призначені для під'єднання до первинних і вторинних виводів або штепсельних розеток трансформаторів, силових блоків живлення, комутаційних блоків живлення і реакторів.

Примітка 6. Звертаємо увагу на те, що:

- для трансформаторів, призначених для встановлення на автотранспорті, судах або літаках, можуть встановлюватись додаткові вимоги (згідно з іншими стандартами, національними нормами то що);

- слід вжити заходів щодо захисту оболонок і елементів, які знаходяться всередині, від зовнішніх впливів, наприклад, для захисту від грибків, шкідливих комах, термітів, сонячної радіації та замерзання;

- також слід враховувати різні умови транспортування, зберігання і роботи трансформаторів;
- у разі встановлення трансформаторів у середовищі з особливими умовами, наприклад, у тропічному кліматі, можуть встановлюватись додаткові вимоги (згідно з іншими стандартами, національними нормами, то що).

Примітка 7. У процесі вдосконалення технології виготовлення трансформаторів можливо виникне необхідність збільшення граничного значення номінальної частоти; до цього моменту цей стандарт слід застосовувати як керівництво.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наведені нижче нормативні документи містять положення, які через посилання на них в цьому стандарті становлять положення цього стандарту. У разі посилання на документи із зазначенням дати застосовується тільки згадане видання документа.

У разі посилання на документи без дати застосовується найпізніше видання зазначеного документа (включаючи будь-які зміни)

IEC 60065:2001, Safety requirements for mains operated electronic and related apparatus for household and similar general use

IEC 60068-2-2:1974, Environmental testing – Part 2: Tests – Test B: Dry heat

IEC 60068-2-6, Environmental testing – Part 2: Tests – Test FC: Vibration (sinusoidal)

IEC 60068-2-32, Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ed: Free fall

IEC 60068-2-75, Environmental testing-Part 2: Tests-Test Eh: Hammer tests

IEC 60076-1, Power transformers – Part 1: General

IEC 60083, Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use standardized in member countries of IEC

IEC 60085: 1984, Thermal evaluation and classification of electrical insulation

IEC 60112: 2003, Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials

IEC 60127-3, Miniature fuses – Part 3: Sub-miniature fuse-Links

IEC 60216 (all parts), Electrical insulating materials – properties of thermal endurance

IEC 60227 (all parts) Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V

IEC 60245 (all parts) Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750V

IEC 60269 (all parts), Low voltage fuses

IEC 60269-2, Low voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for Industrial application)

IEC 60269-2-1, Low voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Sections I to IV: Examples of types of standardized fuses

IEC 60269-3 Low voltage fuses – Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household and similar applications)

IEC 60269-3-1 Low voltage fuses – Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household and similar applications) – Sections I to IV: examples of types of standardized fuses

IEC 60309 (all parts) Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes

IEC 60317 (all parts) specifications for particular types of windings wires

IEC 60320 (all parts), Appliance couplers for household and similar general purposes

IEC 60320-2-3, Appliance couplers for household and similar general purposes – Part 2-3: Appliance couplers with a degree of protection higher than IPX0

IEC 60384-14, Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains

IEC 60417-DB:2002 Graphical symbols for use on equipment

IEC 60449:1973, Voltage bands for electrical installations of buildings

IEC 60454 (all parts), Specification for pressure-sensitive adhesive tapes for electrical purposes

IEC 60529: 1989, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

IEC 60664-1:1992, Insulation co-ordination for equipment within low voltage systems- Part 1: Principles, requirements and tests

IEC 60664-3:2003, Insulation co-ordination for equipment within low voltage systems- Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution

IEC 60691:2002, Thermal-links – Requirements and application guide

IEC 60695-2-10, Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods-Glow-wire apparatus and common test procedure

IEC 60695-2-11:2000, Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods-Glow-wire flammability test method for end-products

IEC 60695-10-2, Fire hazard testing – Part 10-2: Abnormal heat – Ball pressure test

IEC 60730 (all parts), Automatic electrical controls for household and similar use

IEC 60730-1:1999 Automatic, electrical controls for household and similar use – Part 1: General requirements

IEC 60851-3:1996, Winding wires – test methods: Part 3: Electrical properties

IEC 60851-5:1996, Winding wires –Test methods: Part 5: Electrical properties

IEC 60851-6:1996, Winding wires – Test method: Part 6 Thermal properties

IEC 60884-1:2002, Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1 General requirements

IEC 60884-2-4, Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 2: Particular requirements for plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 2: Particular requirements for plugs and socket-outlets for SELV

IEC 60898 (all parts) Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations

IEC 60906-1, IEC System of plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Parts 1: Plugs and socket-outlets 16 A 250 V a.c.

IEC 60906-3, IEC System of plugs and socket-outlets for household and similar purposes –SELV plugs and socket-outlets, 16 A 6 V, 12 V, 24 V, 48 V, a.c. and d.c.

IEC 60947-7-1, Low-voltage switchgear and controlgear –Part 7: Ancillary equipment – Section 1: Terminal blocks for copper conductors

IEC 60990:1990, Methods of measurement of touch current and protective conductor current

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

IEC 60065:2001 Вимоги безпеки до електронної апаратури мережі та допоміжних пристроїв, призначених для побутового й аналогічного обладнання

IEC 60068-2-2:1974 Випробування на вплив зовнішніх чинників. Частина 2. Випробування – Випробування B: Сухе тепло.

IEC 60068-2-6: Випробування на вплив зовнішніх чинників. Частина 2. Випробування – Випробування FC:Вібрація (синусоїдна)

IEC 60068-2-32 Випробування на вплив зовнішніх чинників. Частина 2. Випробування – Випробування Ed: Вільне падіння

IEC 60068-2-75 Випробування на вплив зовнішніх чинників. Частина 2. Випробування – Випробування Eh: Ударні випробування

IEC 60076-1 Силові трансформатори. Частина 1. Загальні положення

IEC 60083:1997 Вилки та розетки побутового й аналогічного загального призначення в країнах-членах IEC

IEC 60085:1984 Оцінювання стійкості до нагрівання та класифікація електричної ізоляції

IEC 60112:2003 Методи визначення порівняльних індексів трекінгостійкості твердих електроізоляційних матеріалів

IEC 60127-3 Мініатюрні плавкі запобіжники. Частина 3. Мікроформатні плавкі вставки запобіжника

IEC 60216 (усі частини) Електроізоляційні матеріали. Характеристика стійкості до нагрівання

IEC 60227 (усі частини) Кабелі з полівінілхлоридною ізоляцією на номінальні напруги до 450/750 В включно

IEC 60245 (усі частини) Кабелі з гумовою ізоляцією на номінальні напруги до 450/750 В включно

IEC 60269 (усі частини) Запобіжники плавкі низьковольтні

IEC 60269-2 Запобіжники плавкі низьковольтні. Частина 2. Додаткові вимоги до запобіжників, призначених для застосування кваліфікованим персоналом (запобіжників переважно промислового призначення)

IEC 60269-2-1 Запобіжники плавкі низьковольтні. Частина 2. Додаткові вимоги до плавких запобіжників, призначених для застосування кваліфікованим персоналом (запобіжників переважно промислового призначення) – Розділи I-VI: Приклади типів стандартних запобіжників

IEC 60269-3 Запобіжники плавкі низьковольтні. Частина 3. Додаткові вимоги до запобіжників переважно побутового й аналогічного призначення, призначених для застосування некваліфікованим персоналом

IEC 60269-3-1 Запобіжники плавкі низьковольтні. Частина 3. Додаткові вимоги до запобіжників переважно побутового й аналогічного призначення, призначених для застосування некваліфікованим персоналом. Розділи I-VI: Приклади типів стандартних запобіжників

IEC 60309 (усі частини) Штепселі, штепсельні розетки та з'єднувачі промислового призначення

IEC 60317 (усі частини) Технічні умови на обмотувальні проводи конкретного типу

IEC 60320 (усі частини) З'єднувачі побутового й аналогічного призначення

IEC 60320-2-3 З'єднувачі побутового й аналогічного призначення. Частина 2-3. З'єднувачі із ступенем захисту вище IPXO.

IEC 60384-14 Конденсатори постійної ємності для електронної апаратури.

Частина 14. Технічні умови для групи виробів. Конденсатори постійної ємності для гасіння електромагнітних завад, призначені для підімкнення до мережі

IEC 60417 – DB:2002¹⁾ Графічні символи для нанесення на обладнання

IEC 60449:1973 Діапазони напруги для електричних установок у спорудах

IEC 60454 (усі частини) Технічні вимоги до клейких, чутливих до тиску електроізоляційних стрічок, використовуваних у електротехніці

IEC 60529: 1989 Ступені захисту оболонками (код IP)

IEC 60664-1:1992 Координація ізоляції обладнання для низьковольтних систем. Частина 1. Принципи, технічні вимоги і випробування

IEC 60664-3: 2003 Координація ізоляції обладнання для низьковольтних систем. Частина 3. Застосування покриття для забезпечення координації друкованих плат

IEC 60691:2002 Теплові плавкі вставки. Технічні вимоги та настанови щодо застосування

IEC 60965-2-10 Випробування на пожежну безпеку. Частина 2-10. Методи випробування нагрітим дротом як джерелом загоряння. Загальні положення

IEC 60695-2-11:2000 Випробування на пожежну безпеку. Частина 2-11. Випробування готової продукції нагрітим дротом і настанова щодо її застосування

IEC 60695-10-2 Випробування на пожежну безпеку. Частина 10-2.

Нестандартне нагрівання. Випробування вдавлюванням кулькою

IEC 60730 (усі частини) Автоматичні електричні пристрої керування побутового й аналогічного застосування

IEC 60730-1:1999 Автоматичні електричні пристрої керування побутового й аналогічного застосування. Частина 1. Загальні технічні умови

IEC 60851-3:1996 Проводи обмотувальні. Методи випробування. Частина 3. Механічні властивості

IEC 60851-5:1996 Проводи обмотувальні. Методи випробування. Частина 5. Електричні властивості

IEC 60851-6:1996 Проводи обмотувальні. Методи випробування. Термічні властивості

IEC 60884-1:2002 Штепселі та штепсельні розетки побутового й аналогічного призначення. Частина 1. Загальні вимоги

IEC 60884-2-4 Штепселі та штепсельні розетки побутового й аналогічного призначення. Частина 2. Додаткові вимоги до штепселів і штепсельних розеток для безпечної наднизької напруги (БННН)

IEC 60898 (усі частини) Пристрої електричні допоміжні. Вимикачі автоматичні для захисту від надмірних струмів для побутового й аналогічних призначення²⁾

IEC 60906-1 Система штепселів і штепсельних розеток побутового й аналогічного призначення, прийнята в IEC. Частина 1. Штепселі та штепсельні розетки змінного струму на 16А напругою 250 В.

IEC 60906-3 Система штепселів і штепсельних розеток побутового й аналогічного призначення, прийнята в IEC. Частина 3. Штепселі та штепсельні розетки для безпечної наднизької напруги (БННН) змінного та постійного струму до 16 А напругою 6, 12, 24, 48 В

IEC 60947-7-1 Низьковольтна апаратура розподілення і керування. Частина 7. Допоміжне обладнання. Розділ 1. Клемні колодки для мідних провідників

IEC 60990: 1990 Методи вимірювання сили струму дотику і сили струму захисного проводу

IEC 60998-2-1 З'єднувальні пристрої для низьковольтних кіл побутового й аналогічного призначення. Частина 2-1. Додаткові вимоги до з'єднувальних пристроїв з гвинтовими затискачами

IEC 60998-2-2 З'єднувальні пристрої для низьковольтних кіл побутового й аналогічного призначення. Частина 2-2. Додаткові вимоги до з'єднувальних пристроїв із безгвинтовими затискачами

IEC 60991-1 З'єднувальні пристрої. Вимоги безпеки для гвинтових і безгвинтових затискачів для мідних електропроводів. Частина 1. Загальні та додаткові вимоги для проводів перерізом від 0,5 до 35 мм² включно

IEC 61032:1997 Випробні зразки для перевірки ступеня захисту

IEC 61058-1:2000 Комутаційна апаратура для пристроїв. Частина 1. Загальні вимоги

IEC 61140 Захист від ураження електричним струмом. Загальні положення щодо установок і обладнання

ISO 4046-4:2002 Папір, картон, целюлоза і відповідні терміни. Словник

ISO 8820 (усі частини) Засоби пересування. Плавкі вставки пластинчатих запобіжників

¹⁾ «DB» Стосується електронної бази IEC

²⁾ IEC 60898-2 публікується під загальним заголовком Вимикачі автоматичні для захисту від надмірних струмів для побутового й аналогічного призначення (наприклад, без елемента «Електричні допоміжні пристрої» в заголовку)

3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використовують терміни та визначення, наведені нижче.

Визначення термінів щодо трансформаторів, призначених для спеціального застосування, наведено у відповідних стандартах.

Термін **трансформатор** поширюється на трансформатори, реактори і, якщо це прийнятно, на силові блоки живлення.

Під термінами **напруга** і **струм** мають на увазі, якщо не зазначено інше, дійове значення змінного струму і напруги та середньоарифметичні значення постійного струму і напруги.

Без пульсацій – діюче значення напруги без пульсацій, відмінне не більше 10% значення складової постійного струму.

3.1 Трансформатори

3.1.1 силовий трансформатор (*power transformer*)

Статичний пристрій з двома або кількома обмотками, призначений перетворювати за допомогою електромагнітної індукції одну систему змінного струму та напруги в іншу систему змінного струму та напруги, звичайно за тієї ж частоти, для передавання електричної потужності

[IEC 421-01-01]

Примітка. Термін частота також припускає, що форма хвилі залишається незмінною.

3.1.2 розділовий трансформатор (*isolating transformer*)

Трансформатор із захисним розділенням первинної та вторинної обмоток.

3.1.3 безпечний розділовий трансформатор (*safety isolating transformer*)

Розділовий трансформатор, призначений для живлення кіл безпечної наднизької напруги (БНН) (SELV) або кіл наднизької напруги із захисним відокремленням від інших кіл (ЗНН) (PELV).

3.1.4 трансформатор з розділеними обмотками (*separating transformer*)

Трансформатор з первинною обмоткою(-ами), відокремленою(-ими) від вторинної(-их) обмотки(-ок), щонайменше, основною ізоляцією.

3.1.5 Відмінено

3.1.6 приєднуваний трансформатор (*associated transformer*)

Трансформатор, призначений для живлення спеціальних пристроїв обладнання або частин пристроїв чи обладнання вмонтований або не вмонтований, але спеціально розроблений для особливого застосування.

3.1.6.1 умонтований трансформатор (*incorporated transformer*)

Приєднуваний трансформатор, призначений для установлення в спеціальному пристрої чи обладнанні, оболонка якого забезпечує захист від ураження електричним струмом.

3.1.6.2 трансформатор спеціального призначення (*transformer for specific use*).

Приєднуваний трансформатор, який не вмонтовують у пристрій чи обладнання, а нерухомо встановлюють у пристрій (обладнання) і який має власну оболонку, яка забезпечує захист від електричного струму.

3.1.7 автономний трансформатор (*independent transformer*)

Трансформатор, призначений для живлення точно не зазначених приладів і для використання без додаткової оболонки, яка забезпечує захист від ураження електричним струмом.

Примітка. Такий трансформатор може бути переносним або стаціонарним.

3.1.8 Відмінено

3.1.9 стійкий до коротких замикань трансформатор (*short-circuit proof transformer*).

Трансформатор, температура якого під час перевантаження чи короткого замикання не перевищує встановлені граничні значення, який відповідає всім вимогам цього стандарту після усунення перевантаження або короткого замикання і у якого не передбачається безперервна робота у режимі короткого замикання чи перевантаження.

Примітка. «Відповідає всім вимогам цього стандарту» не означає, що всі типи стійких до коротких замикань трансформаторів продовжують працювати.

3.1.9.1 умовно стійкий до коротких замикань трансформатор (*non-inherently short-circuit proof transformer*)

Стійкий до коротких замикань трансформатор, в який вмонтовано захисний пристрій, що розмикає первинне чи вторинне коло, або знижує струм у первинному чи вторинному колі під час перевантаження або короткого замикання, і який відповідає вимогам цього стандарту після усунення перевантаження чи короткого замикання та повторного ввімкнення або заміни захисного пристрою.

3.1.9.1.1 умовно стійкий до коротких замикань трансформатор із захисним пристроєм, який повторно вмикається, самовмикається або замінюється (*non-inherently short-circuit proof transformer with resettable, self-resetting or replaceable protective device*)

Умовно стійкий до коротких замикань трансформатор із захисним пристроєм, який після повторного ввімкнення або заміни продовжує працювати.

Примітка. Приклади самовмикаємих чи несамовмикаємих захисних пристроїв є запобіжники, розмикальні пристрої у разі перевантаження, плавкі запобіжники, плавкі вставки запобіжника,

термовимикачі, терморезистори з позитивним температурним коефіцієнтом опору та механічні пристрої автоматичного вимкнення.

3.1.9.1.2 умовно стійкий до коротких замикань трансформатор із захисним пристроєм, який не є самовмикаємим або не замінюється

(non-inherently short-circuit proof transformer with non-self-resetting or non-replaceable protective device)

Стійкий до коротких замикань трансформатор із захисним пристроєм, який не є самовмикаємим або не замінюється, який відповідає вимогам цього стандарту після усунення перевантаження або короткого замикання, але після перевантаження або короткого замикання не працює.

3.1.9.2. безумовно стійкий до коротких замикань трансформатор *(inherently short-circuit proof transformer)*

Стійкий до короткого замикання трансформатор без захисного пристрою, температура якого у випадку перевантаження або короткого замикання не перевищує встановлені граничні значення, і який продовжує працювати і відповідати вимогам цього стандарту після усунення перевантаження або короткого замикання.

3.1.10 не стійкий до коротких замикань трансформатор *(non-short circuit proof transformer)*

Трансформатор, захист якого від підвищення температури понад указане максимальне значення забезпечує захисний пристрій, установлений поза трансформатором, і який відповідає вимогам цього стандарту після усунення перевантаження чи короткого замикання та повторного ввімкнення захисного пристрою.

3.1.11 безпечний у разі пошкодження трансформатор *(fail-safe transformer)*

Трансформатор, в який вмонтовано захисний пристрій чи особлива слабо точна частина, який у разі неправильної експлуатації виходить з ладу внаслідок розривання первинного кола, не спричиняючи небезпеки для обслуговуючого персоналу та навколишнього середовища. Відповідає усім вимогам цього стандарту після усунення перевантаження або короткого замикання.

Примітка. «Відповідає усім вимогам цього стандарту» не означає, що безпечний у разі пошкодження трансформатор продовжує знаходитись в експлуатації. Після пошкодження він має витримувати випробування на електричну міцність, при цьому випробна напруга складає 35% від вихідного значення.

3.1.12 переносний трансформатор *(portable transformer)*

Трансформатор, який переміщують під час роботи або який можна легко перенести з одного місця на інше без від'єднання від джерела живлення.

3.1.13 щитовий трансформатор *(flush-tupe transformer)*

Трансформатор, призначений для встановлення у коробці для прихованого монтажу.

3.1.14 нерухомо встановлений трансформатор (*fixed transformer*)

Трансформатор, призначений для кріплення на опорі, або закріплений у спеціальному положенні, зазначеному виробником.

3.1.15 стаціонарний трансформатор (*stationary transformer*)

Нерухомо встановлений трансформатор, або трансформатор з масою понад 18 кг, не обладнаний однією або кількома ручками для перенесення.

3.1.16 ручний трансформатор (*hand-held transformer*)

Переносний трансформатор, який за умов нормальної експлуатації тримають у руці.

3.1.17

Відмінено

3.1.18 сухий трансформатор (*dry-type transformer*)

Трансформатор, магнітну систему й обмотки якого не занурено в рідкий діелектрик.

3.1.19 силовий блок живлення (*power supply*)

Електронний пристрій, що складається з трансформаторів і електронних схем, який приймає енергію від мережі для живлення одного чи кількох інших пристроїв. Цей пристрій може відокремлювати первинне коло від вторинного, регулювати або трансформувати вторинну напругу і струм. Пристрій може складатися з одного чи кількох окремих складників, призначених для випрямлення струму, перетворення або інвертування частот, при цьому внутрішня робоча частота не повинна перевищувати 500 Гц.

3.1.20 комутаційні блоки живлення (*switch mode power supply*)

Електронний пристрій, що складається з трансформаторів і електронних схем, який приймає енергію від мережі для живлення одного чи кількох інших пристроїв. Цей пристрій може відокремлювати первинне коло від вторинного, регулювати або трансформувати вторинну напругу і струм. Пристрій може складатися з одного чи кількох окремих складників, призначених для випрямлення струму, перетворення або інвертування частот, при цьому внутрішня робоча частота перевищує 500 Гц, але не більше 100 МГц.

3.1.21. реактор (*reactor*)

Пристрій, що складається з однієї чи кількох обмоток, повний опір яких залежить від частоти, який працює за принципом самоіндукції, за якого струм намагнічування утворює магнітне поле у магнітопроводі або в повітрі.

Примітка. Реактори з тороїдальним магнітопроводом також включено до цього визначення.

3.2 Загальні терміни

3.2.1 зовнішній гнучкий кабель або шнур (*external flexible cable or cord*)

Гнучкий кабель або шнур для зовнішнього під'єднання до первинного чи вторинного кола, який прикріплюють або приєднують до трансформатора під час його збирання одним із таких способів сполучення:

- тип X, за якого гнучкий кабель або шнур може бути легко замінений;
- тип Y, за якого будь-яке замінення повинен виконувати виробник, агент з обслуговування або відповідний кваліфікований персонал;

Примітка. Спосіб сполучення типу Y можна застосовувати як для звичайних, так і спеціальних гнучких кабелів та шнурів.

- тип Z, за якого гнучкий кабель або шнур не можна замінити без пошкодження або зруйнування частини трансформатора.

3.2.2 силовий шнур живлення (*power supply cord*)

Призначений для живлення гнучкий кабель або шнур, який під'єднують зовні на боці входу.

Примітка. Силові шнури живлення – це :

- прикріплені чи приєднані до трансформатора за способами сполучення X, Y чи Z або;
- під'єднані до трансформатора за допомогою з'єднувального пристрою.

3.2.3 з'єднувальні кінці (*connecting leads*)

Кінці обмотки, які з'єднують обмотку із затискачами трансформатора.

Примітка. З'єднувальні кінці належать до внутрішніх проводів.

3.2.4 корпус (*body*)

Доступні струмопровідні частини, вали, кнопки, рукоятки, затискачі тощо, доступні металеві фіксувальні гвинти та металева фольга, яку накладають на доступні поверхні ізоляційного матеріалу.

3.2.5 доступна частина (*accessible part*)

Частина, до якої після правильного встановлення трансформатора можна доторкнутися випробним пальцем.

3.2.6 знімна деталь (*detachable part*)

Деталь, яку можна відокремити без інструменту.

3.2.7 незнімна деталь (*non-detachable part*)

Деталь, яку можна відокремити тільки інструментом.

3.2.8 інструмент (*tool*)

Викрутка, монета чи будь-який інший предмет, який можна використати для обертання гвинта або подібних кріпильних деталей.

3.2.9 оболонка (*enclosure*)

Частина, яка забезпечує захист трансформатора від певних зовнішніх впливів і у будь-якому напрямку захист від безпосередніх контактів (IEV 826-03-12:1982).

Примітка. Під зовнішніми впливами мають на увазі механічні чинники, корозію, плісняву, комах, сонячну радіацію, ожеледицю та вологість.

3.2.10 проміжна струмопровідна частина (*intermediate conductive part*)

Недоступна струмопровідна частина, яка розташована між небезпечними піднапруговими частинами або корпусом і іншими піднапруговими частинами

3.2.11 струмопровідна частина (*conductive part*)

Металеві й неметалеві частини з однаковим ступенем провідності

3.2.12 електронний елемент (*electronic component*)

Частина, в якій електронна провідність досягається, головним чином, електронами, що проходять через вакуум, газ чи напівпровідник.

Примітка. Неонові індикатори не слід вважати електронними елементами.

3.2.13 електронне коло (*electronic circuit*)

Коло, яке має хоча б один електронний елемент.

3.2.14 Відмінено

3.2.15 електричне розділення (*electrical separation*)

Електричне розділення струмопровідних частин повітрям або твердою ізоляцією.

3.3 Режим роботи і захист

3.3.1 роз'єднання всіх полюсів (*all pole disconnect*)

Від'єднання всіх проводів живлення однією дією.

Примітка 1. Захисний провід не вважають проводом живлення.

Примітка 2. Провід нейтралі є проводом живлення.

Примітка 3. Національні стандарти щодо виконання електромонтажних робіт можуть передбачати чи не передбачати від'єднання проводу нейтралі.

3.3.2 термовимикач (*thermal cut-out*)

Термочутливий пристрій, який обмежує температуру трансформатора або його частин за ненормального режиму функціонування автоматичним розімкненням кола або зниженням струму; конструкція пристрою не повинна допускати змінення його регулювання споживачем.

3.3.3.термовимикач із самоповертанням (*self-resetting thermal cut-out*)

Термовимикач, який автоматично відновлює струм, коли відповідна частина трансформатора достатньо охолоджена або знято навантаження.

3.3.4 термовимикач без самоповертання (*non-self-resetting thermal cut-out*)

Термовимикач, який для поновлення струму слід увімкнути вручну або замінити в ньому будь-який елемент.

3.3.5 плавка вставка (*thermal-link*)

Термовимикач, який спрацьовує тільки один раз.

3.3.6 розмикач від перевантаження (*overload release*)

Вимикач, який запобігає перевантаженню кола внаслідок його розмикання в разі досягнення струмом заданого значення і який залишається у розімкненому положенні.

3.3.7 особливі слабкоструміві частини (*intentional weak part*)

Ці частини (запобіжники, вимикачі, термовимикачі) призначені для руйнування за умов ненормальної роботи для запобігання невідповідності цьому стандарту. Така частина може бути замінена резистором чи конденсатором, а також недоступною плавкою вставкою, вмонтованою в обмотку трансформатора.

3.3.8 робоча напруга (*working voltage*)

Найбільше дійове значення напруги за змінного або постійного струму, яке може впливати (локально) на будь-яку ізоляцію за номінальних первинних напруг у режимі неробочого ходу або в нормальних умовах експлуатації; при цьому напругу перехідного процесу не беруть до уваги.

Примітка 1. Робочою напругою ізоляційної системи між обмотками, не призначеними для з'єднання, вважають найбільше значення напруги на будь-якій з цих обмоток.

Примітка 2. Робоча напруга в трифазних системах може відрізнитися від номінального значення напруги.

3.3.9 напруга короткого замикання (*short-circuit voltage*)

Напруга, яку прикладають до первинної обмотки за температури навколишнього середовища для отримання у замкнутій накоротко вторинній обмотці струму, що дорівнює номінальному вторинному струму.

Примітка. Напругу короткого замикання переважно зазначають у відсотках від номінальної первинної напруги.

3.3.10 тип режиму (*duty-type*)

Тривалий або умовно прийнятий періодичний режим роботи, який складається з одного чи кількох циклів, які залишаються постійними протягом заданого відрізка часу.

3.3.10.1 тривалий режим роботи (*continuous duty*)

Робота протягом необмеженого часу

3.3.10.2 короткочасний режим роботи (*short-time duty cycle*)

Робота протягом установленого періоду часу, на початку якого пристрій перебуває в холодному стані; проміжки між періодами повинні бути достатніми для охолодження пристрою приблизно до температури навколишнього середовища.

3.3.10.3 переривчастий режим роботи (*intermitten duty cycle*)

Робота протягом певної кількості заданих ідентичних циклів.

3.3.11 захисний уземлювальний провідник (ЗП) (*protective earth conductor (PE)*)

Провідник, призначений для забезпечення безпечності (наприклад, захист від ураження електричним струмом). (IEV 195-02-09)

3.4 Кола і обмотки

3.4.1 первинне коло (*input circuit*)

Коло, призначене для під'єднання до джерела живлення, яке складається з первинної обмотки і внутрішніх кіл

3.4.2 вторинне коло (*output circuit*)

Коло, до якого підключають розподільне коло, пристрій або інше обладнання і яке складається з вторинної обмотки і внутрішніх кіл.

3.4.3 первинна обмотка (*input winding*)

Обмотка первинного кола.

3.4.4 вторинна обмотка (*output winding*)

Обмотка вторинного кола.

3.4.5 внутрішнє коло (*internal circuit*)

Коло, яке складається з елементів, між'єднань і під'єднань до затискачів і обмоток, за винятком захисного кола уземлення.

3.4.6 ізольований обмотувальний провід (*insulated winding wire*)

Провід, ізоляція якого відповідає вимогам додатку К для обмоток.

3.5 Номінальні параметри

3.5.1 номінальна первинна напруга (*rated supply voltage*)

Напруга живлення трансформатора, установлена виробником для певних умов роботи (для багатофазного джерела – лінійна напруга).

3.5.2 діапазон номінальних первинних напруг (*rated supply voltage range*)

Зазначений виробником діапазон первинних напруг трансформатора, виражений верхньою та нижньою межами напруги.

3.5.3 номінальна частота (*rated frequency*)

Частота, зазначена виробником для певних умов роботи трансформатора.

3.5.3.1 номінальна частота живлення (*rated supply frequency*)

Частота на вході трансформатора, зазначена виробником.

Примітка. Первинна частота – частота мережі.

3.5.3.2 внутрішня робоча частота (*internal operational frequency*)

Найбільша внутрішня частота, зазначена виробником як робоча частота трансформатора чи інших елементів, вмонтованих у силовий блок живлення.

3.5.4 номінальний вторинний струм (*rated output current*)

Вторинний струм за номінальної первинної напруги, номінальної частоти живлення та номінального коефіцієнту потужності, зазначений виробником для певних умов роботи трансформатора.

3.5.5 номінальна вторинна напруга (*rated output voltage*)

Вторинна напруга (для багатофазного джерела – лінійна напруга) за номінальної первинної напруги, номінальної частоти живлення, номінального вторинного струму та номінального коефіцієнта потужності трансформатора, зазначена виробником для певних умов роботи трансформатора.

3.5.6 номінальний коефіцієнт потужності (*rated power factor*)

Коефіцієнт потужності, зазначений виробником для певних умов роботи трансформатора.

3.5.7 номінальна вихідна потужність (*rated output*)

Добуток номінальної вторинної напруги та номінального вторинного струму або, для трифазних трансформаторів – добуток вторинної напруги та вторинного номінального струму на $\sqrt{3}$, що дорівнює кількості фаз. Якщо трансформатор має декілька вторинних обмоток або вторинну обмотку з відгалуженням, то за номінальну вихідну потужність приймають максимальну суму добутків номінальної вторинної напруги і номінального вторинного струму для кіл, які можна навантажувати одночасно.

3.5.8 номінальна температура навколишнього середовища t_a (*rated ambient temperature t_a*)

Максимальна температура, за якої трансформатор може працювати протягом тривалого часу за нормальних умов експлуатації.

Примітка. Значення номінальної температури навколишнього середовища (t_a) не виключає можливості тимчасової роботи трансформатора за температури, яка не перевищує (t_a+10) °C.

3.5.9 номінальна мінімальна температура навколишнього середовища t_{amin} (*rated minimum ambient temperature t_{amin}*)

Мінімальна температура, за якої трансформатор може працювати протягом тривалого часу за нормальних умов експлуатації.

3.5.10 t_w

Номинальна максимальна робоча температура обмотки трансформатора; температура обмотки встановлюється виробником як найбільша температура, за якої термін служби трансформатора приблизно буде дорівнювати зазначеному тривалому режиму роботи.

3.6 Параметри у режимі неробочого ходу

3.6.1 **потужність неробочого ходу** (*no-load input*)

Потужність, яку споживає трансформатор за номінальної первинної напруги та номінальної частоти живлення у режимі неробочого ходу.

3.6.2 **вторинна напруга неробочого ходу** (*no-load output voltage*)

Вторинна напруга у разі під'єднання трансформатора до номінальної первинної напруги за номінальної частоти живлення у режимі неробочого ходу.

3.7 Ізоляція

3.7.1 **основна ізоляція** (*basic insulation*)

Ізоляція небезпечних піднапругових частин, яка забезпечує основний захист від ураження електричним струмом.

Примітка. Основну ізоляцію не обов'язково застосовують тільки функціонально, наприклад, для емальпроводів [IEC 61140, визначення 3.10.1, змінене].

3.7.2 **додаткова ізоляція** (*supplementary insulation*)

Незалежна ізоляція, передбачена як доповнення до основної ізоляції для забезпечення захисту від ураження електричним струмом у випадку пробою основної ізоляції [IEC 61140, визначення 3.10.2, змінене]

3.7.3 **подвійна ізоляція** (*double insulation*)

Ізоляція, що складається з основної та додаткової [IEC 61140, визначення 3.10.3, змінене]

3.7.4 **посилена ізоляція** (*reinforced insulation*)

Спільна ізоляційна система небезпечних піднапругових частин, яка забезпечує захист від ураження електричним струмом, еквівалентна подвійній ізоляції.

Примітка. Термін «ізоляційна система» не означає, що ізоляція має бути однорідною. Вона може складатися з кількох шарів, які не можна випробувати окремо як додаткову чи основну ізоляцію. [IEC 61140, визначення 3.10.4, змінене]

3.7.5 **трансформатор класу I** (*class I transformer*)

Трансформатор, в якому для захисту від ураження електричним струмом крім основної ізоляції передбачено додаткові заходи безпеки, наприклад, затискач уземлення, який забезпечує підімкнення доступних піднапругових частин до проводу

захисного уземлення у стаціонарній проводці пристрою таким чином, щоб вони не потрапили під напругу у разі пошкодження основної ізоляції.

Примітка. Трансформатори класу I можуть мати частини з подвійною або посиленою ізоляцією.

3.7.6 трансформатор класу II (class II transformer)

Трансформатор, в якому захист від ураження електричним струмом забезпечується не тільки основною ізоляцією, а й додатковими заходами безпеки, а саме: подвійною або посиленою ізоляцією, при цьому не враховують умови встановлення трансформатора і не передбачають захисне уземлення.

Примітка 1. У трансформаторі класу II може бути передбачено заходи для зберігання електропровідності захисних кіл за умови, що вони містяться всередині трансформатора та ізольовані від доступних поверхонь згідно з вимогами до трансформаторів класу II.

Примітка 2. У деяких випадках слід розрізняти трансформатори класу II «повністю ізольовані» та «у металевій оболонці»

Примітка 3. Трансформатор з міцним і практично суцільним ізоляційним покриттям усіх металевих частин за винятком невеликих деталей, наприклад, заводських табличок, гвинтів і заклепок, які відокремлено від небезпечних піднапругових частин ізоляцією, еквівалентною, щонайменше, посиленій ізоляції, належить до трансформаторів класу II у суцільній ізоляційній оболонці.

Примітка 4. Трансформатор з металевою практично суцільною оболонкою, в якій всюди використовується подвійна або посилена ізоляція там, де подвійна ізоляція неприйнятна, належить до трансформаторів класу II у металевій оболонці.

Примітка 5. Якщо трансформатор з подвійною і (або) посиленою ізоляцією має уземлювальний затискач, він належить до трансформаторів класу I.

Примітка 6. У трансформаторах класу II може бути передбачено функціональне коло уземлення.

3.7.7 трансформатор класу III (class III transformer)

Трансформатор, в якому захист від ураження електричним струмом забезпечується внаслідок живлення від джерела з безпечною наднизькою напругою (БННН) (SELV) і в якому не створюється напруга, що перевищує БННН.

Примітка. Зазначена класифікація не поширюється на систему ізоляції між первинними і вторинними обмотками.

3.7.8 повітряний проміжок (clearance)

Найкоротша відстань у повітрі між двома піднапруговими частинами. (IEC 60664-1, 1.3.2)

Примітка. Під час визначення повітряного проміжку між доступними частинами доступну поверхню ізоляційної оболонки слід вважати струмопровідною, ніби вона покрита металевою фольгою там, де можна доторкнутися стандартним випробним пальцем (Рисунок 2).

3.7.9 шлях струму спливу (creepage distance)

Найкоротша відстань (у повітрі), виміряна по поверхні ізоляційного матеріалу між двома піднапруговими частинами (IEC 60664-1, визначення 1.3.3, змінене)

Примітка. Під час визначення шляху струму спливу до доступних частин доступну поверхню ізоляційної оболонки слід вважати струмопровідною, ніби вона покрита металевою фольгою там, де можна доторкнутися стандартним випробним пальцем (Рисунок 2)

3.7.10 забруднення (*pollution*)

Будь-яка стороння тверда, рідка або газоподібна речовина, яка може зменшити електричну міцність або питомий опір поверхні ізоляції. (IEC 60664-1, 1.3.11)

3.7.11 мікросередовище (*micro-environment*)

Умови навколишнього середовища в безпосередній близькості до ізоляції, які впливають на значення шляхів струму спливу або повітряних проміжків. (IEC 60664-1, 1.3.12.2, змінене)

Примітка. Саме мікросередовище шляхів струму спливу або повітряних проміжків, а не середовище, що оточує обладнання, визначає вплив на ізоляцію. Мікросередовище може бути кращим або гіршим від середовища, що оточує обладнання. Воно охоплює всі чинники, що впливають на ізоляцію, такі, наприклад, як кліматичні або електромагнітні впливи, забруднення, тощо.

3.7.12 ступені забруднення (*degrees of pollution*)

Під час вимірювання повітряних проміжків і шляхів струму спливу враховують ступені забруднення мікросередовища.

3.7.12.1 ступінь забруднення 1(P1) (*pollution degree 1(P1)*)

Забруднення немає або є сухе забруднення, яке не впливає на струмопровідність. Забруднення не впливає на роботу пристрою.

3.7.12.2 ступінь забруднення 2(P2) (*pollution degree 2(P2)*)

Тільки забруднення, яке звичайно не впливає на струмопровідність, проте інколи можлива тимчасова струмопровідність, спричинена конденсацією.

Примітка. Вважається, що трансформатор з достатнім ступенем герметичності оболонки має ступінь забруднення 2(P2); герметичне ущільнення не потрібне.

3.7.12.3 ступінь забруднення 3(P3) (*pollution degree 3(P3)*)

Забруднення, яке впливає на струмопровідність, або не впливає на струмопровідність сухе забруднення, яке стає струмопровідним за вірогідної конденсації.

3.7.13 захисне розділення (*protective separation*)

Розділення між колами за допомогою основного та додаткового захисту (основна плюс додаткова ізоляція чи захисний екран) або еквівалентного їм захисту (наприклад, посилена ізоляція). (IEC 61140, 3.24)

3.7.14 захисне екранування (*protective screening*)

Відокремлення небезпечних піднапругових частин за допомогою вмонтованого провідного екрана, підімкненого до пристроїв зовнішнього захисного проводу. (IEC 61140, 3.22)

3.7.15 ННН (наднизька напруга) (*ELV(extra-low voltage)*)

Напруга , яка не перевищує 50 В змінного струму або 120 В постійного струму без пульсацій між провідниками або між провідником і землею у колі (діапазон напруги 1 за IEC 60499).

3.7.16 БННН (безпечна наднизька напруга) (*SELV (safety extra-low voltage)*)

ННН у колі, ізольованім від основного кола живлення за допомогою такого пристрою як безпечний розділовий трансформатор.

Примітка 1. Максимальну напругу менше 50 В змінного струму або 120 В постійного струму без пульсацій може бути встановлено спеціальними технічними вимогами, особливо у випадках, коли дозволено безпосередній контакт із піднапруговими частинами.

Примітка 2. Максимальне амплітудне значення не повинно перевищувати 140 В за номінального значення 120 В у системі постійного струму і 70 В за номінального значення 60 В у системі постійного струму без пульсацій.

3.7.17 БННН – коло (*SELV-circuit*)

Коло ННН із захисним відокремленням від інших кіл, в якому не передбачено заходи уземлення кола і відкритих струмопровідних частин.

3.7.18 ЗННН – коло (*PELV-circuit*)

Коло ННН із захисним відокремленням від інших кіл, яке для виконання його функцій може бути уземлено та/або відкриті струмопровідні частини якого може бути уземлено.

Примітка. Коло ЗННН застосовують у випадках, коли необхідно уземлення кола і не потрібне коло БННН.

3.7.19 ФННН – коло (*FELV-circuit*)

Коло ННН, необхідної для виконання обладнанням його функцій, але яке не відповідає вимогам до кіл БННН і ЗННН.

3.7.20 піднапругова частина (*live part*)

Провідник або струмопровідна частина, призначена для подання живлення за нормальних умов експлуатації, включаючи нейтральний провідник але без участі провідників PEN, PEM, PEL. [IEV 195-02-19]

Примітка 1. Цей пункт не припускає небезпеки від ураження електричним струмом.

Примітка 2. Визначення для провідників PEM і PEL див. у IEV 195-02-13 та 195-02-14.

3.7.21 небезпечна піднапругова частина (*hazardous live part*)

Піднапругова частина, яка внаслідок деяких зовнішніх впливів може стати причиною ураження електричним струмом.[IEV 195-06-05]

Примітка. У разі високої напруги на поверхні твердої ізоляції може виникнути особливо небезпечна напруга.

У цьому випадку вважається, що поверхня має небезпечну піднапругову частину. (IEC 61140 3.5)

3.7.22 функціональна ізоляція (*functional isolations*)

Ізоляція між частинами з різним потенціалом, яка, як правило, необхідна тільки для забезпечення правильного функціонування трансформатора.

Примітка 1. Безпечність трансформатора залежить від правильного функціонування. Як правило, функціональну ізоляцію перевіряють на відповідність вимогам цього стандарту; додаткові вимоги можуть бути наведені у відповідному стандарті.

Примітка 2. Функціональна ізоляція застосовується тільки всередині обмоток між витками однієї й тієї ж обмотки.

3.8 Струм дотику і струм уземлювального провідника

3.8.1 струм дотику (*touch current*)

Електричний струм, який проходить через тіло людини або тварини у разі доторкання до однієї чи кількох доступних частин пристрою чи обладнання. [IEV 195-05-21]

3.8.2 струм захисного уземлювального провідника (*protective earth conductor current*)

Електричний струм, який проходить по захисному уземлювальному провіднику.

Примітка. Такий струм може впливати на роботу ПЗЗС (пристроїв захисту від залишкового струму), увімкнутих у коло.

4 ЗАГАЛЬНІ ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1 Трансформатори слід розробити та виготовити так, щоб під час монтажу та поточного ремонту, який провадять згідно з інструкціями виробника, не виникало небезпеки для обслуговуючого персоналу та оточення навіть у випадку недбалого застосування, яке може бути за умов експлуатації.

Відповідність цим вимогам, як правило, перевіряють проведенням усіх необхідних випробувань.

4.2 Приєднані трансформатори, призначені для застосування у приладі або обладнанні, повинні задовольняти вимоги відповідного стандарту.

Трансформатор, який випробовують за умов роботи приладу або обладнання, для якого його призначено, повинен відповідати вимогам зазначених нижче розділів, пунктів, підпунктів цього стандарту: 1-4; 5.1-5.7; 5.12; 7.1; 7.2; 7.5; 7.6; 8.11; 8.12; 14.1; 14.2; таблиця 1, крім усіх вимог, які починаються зі слів: «Зовнішні оболонки...»; 14.3; 5.1; перший пункт таблиці 3; 18.1-18.3; крім пунктів 3 і 4 таблиці 8а; 18.4; 19.1, 19.2; 20.9; 26.1-26.3; додатки А, С, D, G, L, M, N, P.

Інші розділи можна використовувати з відповідних стандартів на виріб. Якщо у цих стандартах не повністю зазначені розділи, що залишились, слід використовувати відповідні пропущені розділи цього стандарту .

5 ЗАГАЛЬНІ УМОВИ ВИПРОБУВАННЯ

5.1 Згідно з цим стандартом провадять такі випробування:

- типові (за підрозділом 8.15, розділами 9-28);
- приймально-здавальні (за додатком L).

Кожний зразок повинен підлягати усім відповідним випробуванням. Щоб скоротити час проведення випробувань і врахувати будь-яке випробування, яке може бути руйнівним, виробник може подати додаткові трансформатори або їх частини, за умови, що їх виготовлено з тих самих матеріалів і вони мають таку саму конструкцію, що й початково призначений для випробувань трансформатор, а результати випробування будуть такими самими, як і під час проведення випробувань на еквівалентному оригіналові зразку. Якщо випробування на відповідність провадять «оглядом», то слід передбачити все необхідне для його проведення.

Трансформатор з незнімними гнучкими кабелями або шнурами слід випробувати з приєднаними до них гнучкими кабелями або шнурами.

5.2 Випробування провадять на повністю зібраних серійних зразках, установлених згідно з інструкціями виробника як для нормальної експлуатації. Якщо нема необхідності у проведенні випробувань за 14.3, 15.5, 16.4 і 26.2 випробування провадять на одному зразку для всіх значень номінальної вихідної потужності.

Якщо є необхідність випробування за 14.3, їх провадять на трьох додаткових зразках. У разі необхідності повторного проведення випробувань будуть потрібні три додаткових зразки.

Якщо є необхідність випробування за 15.5, їх провадять на трьох додаткових зразках. Ці зразки використовують тільки для випробувань за 15.5.

Випробування за 16.4, якщо вони необхідні, слід провадити на чотирьох додаткових зразках.

Випробування за 26.2, якщо вони необхідні, слід провадити на трьох додаткових зразках.

Для комплектувальних виробів, які піддають випробуванням за умов експлуатації трансформатора, кількість зразків має відповідати вимогам стандарту на виріб.

Умови випробувань серії трансформаторів наведено в додатку В.

Зразки повинні витримувати усі відповідні випробування за винятком згаданого у 14.3.

Примітка 1. Для приєднаних трансформаторів стандартом на відповідне обладнання може бути визначена інша кількість зразків для випробувань.

Примітка 2. У разі незнімних захисних пристроїв або захисних пристроїв без самоповертання відповідність вимогам перевіряють на спеціально підготовленому зразку.

5.3 Якщо не зазначено інше, випробування провадять у послідовності пунктів і підпунктів.

5.4 Температуру навколишнього повітря у випадку, якщо вона не впливає на результати випробування, підтримують на рівні (20 ± 5) °C. Проте і у випадку обмеження температури будь-якої частини за допомогою термочутливого пристрою чи у випадку впливу температури, за якої відбувається зміння стану зразка, якого піддають випробуванню, температуру навколишнього повітря, у випадку сумніву, підтримують на рівні (23 ± 2) °C, або $(t_a\pm 2)$ °C для трансформаторів, на заводській табличці яких зазначено t_a .

Під час випробування трансформатор або будь-яку висувну частину трансформатора встановлюють у найбільш несприятливе положення, в якому вони можуть опинитись під час нормальної експлуатації.

5.5 Випробні напруги змінного струму повинні мати практично синусоїдну форму і, якщо не зазначено інше, частоту 50 або 60 Гц.

5.6 Випробування трансформаторів, призначених для кількох номінальних первинних напруг, діапазону номінальних первинних напруг або кількох номінальних частот, провадять за первинної напруги або частоти, які створюють найбільш жорсткі умови для трансформатора, якщо в цьому стандарті не зазначено інші умови випробування.

5.7 Вимірювання, наскільки це можливо, виконують приладами, які несуттєво впливають на результати вимірювань; у разі необхідності роблять поправки на вплив приладів.

5.8 Якщо не обумовлено інше, трансформатори, призначені для застосування із зовнішніми гнучкими кабелями або шнурами, випробують з під'єднаним(-и) до трансформатора шнуром(-ами) (визначення 3.2.1).

5.9 Якщо трансформатори класу I мають доступні металеві частини, не під'єднані до захисного уземлювального затискача або захисного уземлювального контакту і не відокремлені від небезпечних піднапружених частин проміжною металевою частиною, яку приєднано до затискача уземлення або уземлювального захисного контакту, то такі

частини перевіряють на відповідність вимогам до трансформаторів класу II, наведеним у цьому стандарті.

5.10 Випробування щитових трансформаторів провадять у відповідній коробці з ізоляційного матеріалу, яка призначена для їх установаження так, щоб зовнішні поверхні збіглися. Коробку розміщують в оболонці, як показано на рисунку 1, виготовленій із фанери завтовшки 20 мм, внутрішню поверхню якої пофарбовано в матово-чорний колір; відстань від дна коробки до задньої стінки оболонки дорівнює 5 мм.

5.11 Випробування трансформаторів спеціального призначення, якщо немає відповідних стандартів на пристрій чи обладнання, для яких їх призначено, провадять так само, як і випробування трансформаторів загального призначення; номінальними характеристиками є споживана потужність і коефіцієнт потужності пристроїв або обладнання, для яких їх призначено.

5.12 Відмінено.

5.13 Трансформатори зі ступенем захисту IP00, сферу застосування яких не визначено, випробовують без оболонки.

Вимоги розділів 9 і 17 на подібні трансформатори не поширюються.

5.14 Трансформатори зі ступенем захисту IP00 із зазначеною сферою застосування випробовують згідно з інструкціями виробника.

5.15 Випробування за розділами 18 і 26 передбачають встановлення на висоті 2000 м над рівнем моря. Якщо трансформатори випробовуються вище 2000 м над рівнем моря, слід використовувати додаток А IEC 60664-1.

6 НОМІНАЛЬНІ ДАНІ

Номінальні дані для трансформаторів різних типів наведені у розділах відповідних стандартів, а також у додатку U для трансформаторів з позначенням t_w .

7 КЛАСИФІКАЦІЯ

7.1 Трансформатори класифікують:

За ступенем захисту від ураження електричним струмом на:

- трансформатори класу I;
- трансформатори класу II;

-трансформатори класу III.

Примітка. Вмонтовані трансформатори не класифікують, ступінь захисту їх від ураження електричним струмом залежить від способу встановлення трансформатора.

7.2 За ступенем захисту від коротких замикань та перевантажень:

- трансформатори, безумовно стійкі до коротких замикань;
- трансформатори умовно стійкі до коротких замикань;
- трансформатори, не стійкі до коротких замикань;
- трансформатори, безпечні у разі пошкодження.

7.3 За ступенем захисту, що забезпечується оболонкою згідно з IEC 60529 (код IP), за винятком IP 1X.

Примітка. Додаткова інформація наведена у додатку Q.

7.4 За можливістю переміщення:

- стаціонарні трансформатори;
- нерухомо встановлені трансформатори;
- переносні трансформатори;
- ручні трансформатори.

7.5 За режимом роботи:

- для роботи у тривалому режимі;
- для роботи у короткочасному режимі;
- для роботи у переривчастому режимі.

7.6 За призначенням:

7.6.1 Приєднувані:

- вмонтовані;
- спеціального призначення.

7.6.2 Автономні.

7.7 Згідно з номінальною максимальною робочою температурою для обмоток трансформаторів з позначенням t_w і відповідним терміном експлуатації за особливих умов (тільки для трансформаторів з позначенням t_w):

- трансформатори з позначенням t_{w5} у разі роботи в тривалому режимі до 5 років;
- трансформатори з позначенням t_{w10} у разі роботи в тривалому режимі до 10 років;
- трансформатори з позначенням t_{wn} у разі іншого номінального режиму – понад вищезазначеного терміну.

7.8 За виготовленням для кліматичних умов країни, в яку постачається трансформатор:

- для країн із звичайним кліматом;

-для країн з особливим кліматом (наприклад, з арктичним кліматом тощо).

8 МАРКОВАННЯ ТА ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

8.1 Маркування трансформатора повинно містити в собі такі дані:

а) номінальна(-і) первинна(-і) напруга(-и) або діапазон(-и) номінальних первинних напруг у вольтах;

На трансформаторах, розрахованих на діапазон номінальних значень напруги, які можуть працювати без регулювання по усьому діапазону, має бути зазначено через тире нижнє та верхнє граничне значення діапазону.

Примітка 1. Приклад: 115 В-230 В: трансформатор працює за будь-якого значення у границях зазначеного діапазону.

На трансформаторах, розрахованих на різні номінальні значення напруги, у разі застосування яких споживачу або спеціалісту, який виконує монтаж обладнання, настроювання, слід зазначити всі значення, розділені косою лінією.

Примітка 2. Приклад 1: 115/230 В: трансформатор розрахований тільки на встановлені значення напруги (наприклад, трансформатор з перемикачем навантаження або різними групами виводів).

Примітка 3. Приклад 2: 230/400 В: трансформатор розрахований тільки на встановлені значення напруги, 230 В – для роботи від однофазного джерела живлення і 400 В – для роботи від трифазного джерела живлення (наприклад, трансформатор з виводами для обох джерел живлення).

б) номінальна (-і) вторинна(-і) напруга(-и) у вольтах або кіловольтах;

Для трансформаторів із випрямлячем має бути надано середньоарифметичне значення номінальної вторинної напруги після випрямлення. Проте якщо вторинну напругу подають у дійових значеннях, це повинно бути зазначено.

Примітка 4. Дійове значення відрізняють від середньоарифметичного, використовуючи в маркуванні слова «дійове значення.»

с) номінальна вихідна потужність у вольтамперах або кіловольтамперах, а для реакторів – у варах або кіловарах;

Примітка 5. Для трансформаторів з випрямлячем вихідну потужність може бути зазначено у ватах замість вольтамперів або кіловольтамперів.

д) номінальний(-і) вторинний(-і) струм(-и) у амперах або міліамперах замість номінальної вихідної потужності;

е) номінальна(-і) частота(-и) живлення у герцах;

ф) коефіцієнт номінальної потужності, крім одиниці, для трансформаторів потужністю понад 25 В·А;

г) символ або прийняте скорочення АС – для змінного струму або DC – для вторинного постійного струму;

h) символ типу трансформатора згідно з відповідним розділом відповідного стандарту. Якщо трансформатор IP00 або приєднувані трансформатори мають кола

живлення, які відносяться до різних розділів відповідного стандарту (наприклад, вторинні кола БННН, які відповідають Частині 2-6 і вторинні кола 230 В, які відповідають Частині 2-4), для їхнього позначення використовують відповідні символи;

i) назва або товарний знак фірми-виробника або відповідального постачальника;

j) модель або тип;

к) група сполучення обмоток за IEC 60076-1 (для трифазних трансформаторів, якщо це необхідно);

l) символ конструкції класу II, тільки для трансформаторів класу II;

m) символ конструкції класу III, тільки для трансформаторів III;

п) позначення ступеня захисту IP для усіх трансформаторів, крім трансформаторів зі ступенем захисту IP00;

о) номінальна максимальна температура навколишнього середовища t_a , якщо вона відрізняється від 25 °С.

Примітка 6. Рекомендується наводити ступінчасті значення температури t_a по 5°С для $t_a \leq 50^\circ\text{C}$ і по 10°С для $t_a > 50^\circ\text{C}$.

р) номінальна мінімальна температура оточуючого середовища t_{amin} , якщо вона нижче +10 °С і застосовується датчик температури:

Примітка 7. Значення t_{amin} рекомендується наводити ступенями по 5°С.

q) на трансформаторах має бути зазначено номінальну тривалість роботи або номінальну тривалість роботи і зупинки відповідно, якщо тільки тривалість роботи не обмежено конструкцією трансформатора або якщо вона не відповідає умовам роботи, зазначеним у відповідному стандарті, позначення короткочасного або переривчастого режимів повинно відповідати умовам нормальної експлуатації. Тривалість роботи трансформаторів у короткочасному режимі повинна зазначатись у секундах (с) або хвилинах (хв); тривалість роботи і тривалість зупинки в переривчастім режимі також зазначається у секундах (с) або хвилинах (хв) і розділяються косою лінією.

r) необхідні величини номінальної максимальної робочої температури для обмоток, збільшені на 5°С і визначення номінального строку експлуатації тільки для трансформаторів з позначенням t_w ;

s) трансформатори з примусовим повітряним охолодженням, якщо вентилятор не є частиною трансформатора, слід маркувати «AP», потому вказується швидкість вітру, виражена в м/с.;

t) крім того, виробник має бути готовим зазначити для замовника у супровідній документації таке:

-для стаціонарних трансформаторів з номінальною вихідною потужністю понад 1000 В·А напругу короткого замикання, наведену у відсотках від номінальної напруги джерела живлення;

-електричну функцію трансформатора.

Примітка 8. Якщо трансформатор має декілька вторинних обмоток, зазначають мінімальне значення напруги короткого замикання для кожної обмотки.

Примітка 9. Допускаються додаткові позначення за умови, що вони не спричинять незрозуміння.

8.2 На трансформаторах зі ступенем захисту IP00 або приєднаних трансформаторах може бути зазначено тільки назву (або товарний знак) фірми-виробника або відповідального постачальника і тип трансформатора (або номер виробу за каталогом). Інші характеристики має бути включено до супровідної документації або інструкції з експлуатації, які додають до трансформатора.

Примітка 1. Назву заводу-виробника або відповідального постачальника і позначення типу трансформатора може бути замінено кодом.

Інформація має бути такою, щоб згідно з нею для заміни могли постачати трансформатор, який би був повністю взаємозамінним з трансформатором, який перебуває в експлуатації.

Примітка 2. Під терміном «повністю взаємозамінний» мають на увазі взаємозамінність стосовно електричних і механічних властивостей, розмірів і функцій.

8.3 Якщо трансформатор розраховано на різні номінальні первинні напруги, то напруга, на яку настроєно трансформатор, має бути легко помітною.

8.4 На трансформаторах, які мають вторинні обмотки з відгалуженнями або декілька вторинних обмоток, має бути зазначено таке:

-номінальна вторинна напруга для кожного відгалуження або обмотки, якщо трансформатор не призначено для частого регулювання вторинної напруги;

-номінальна потужність для кожного відгалуження або обмотки; якщо вона однакова слід маркувати будь-яке відгалуження або одну обмотку.

На трансформаторах має бути чітко зазначено схеми сполучень, необхідні для отримання вторинних напруг.

8.5 Трансформатори, умовно стійкі до коротких замикань, з вмонтованими запобіжниками і не стійкі до коротких замикань трансформатори, захист яких відбувається за допомогою запобіжників, повинні крім того, мати позначення номінального струму плавкої вставки запобіжника в амперах або міліамперах, нанесене перед позначенням характеристик залежності час-струм запобіжників згідно з відповідним стандартом, або після позначення, якщо це прийнятно.

Трансформатори, умовно стійкі до коротких замикань, з вмонтованими взаємозамінними захисними пристроями, крім плавких запобіжників, і трансформатори, не стійкі до коротких замикань, захист яких виконується за допомогою захисних пристроїв, крім запобіжників, повинні мати позначення моделі або типу пристрою і/або номінальні дані пристрою.

Примітка 1. Додатково може застосовуватись символ, наведений у додатку V.

Примітка 2. На трансформаторах, умовно стійких до коротких замикань з незамінними захисними пристроями, додатково наводити позначення пристрою не потрібно.

Маркування повинно гарантувати правильну заміну захисного пристрою.

У випадку застосування замість запобіжників інших захисних пристроїв в інструкції з застосування або іншій супровідній документації має бути наведено інформацію щодо їхнього встановлення.

8.6 На затискачах, призначених тільки для проводу нейтралі, має бути нанесено символ нейтралі.

На затискачах уземлення має бути нанесено символ уземлення.

Затискачі первинних і вторинних обмоток повинні бути чітко позначені.

Під'єднання будь-якої точки обмотки або затискача до корпусу або магнітопроводу має бути позначено відповідним символом.

8.7 Трансформатори повинні мати маркування, на якому має бути чітко зазначено спосіб під'єднання трансформатора до мережі, якщо його не можна визначити за конструкцією трансформатора.

8.8 В інструкції застосування трансформатора зі сполученням типу X, Y, Z повинно бути зазначено таке:

-для сполучення типу X зі спеціально підготовленим шнуром: «У разі пошкодження зовнішнього гнучкого кабеля або шнура трансформатора фірма – виробник або агент фірми обслуговування повинні надати для його заміни спеціальний шнур або комплект шнурів»;

-для сполучення типу Y: «У разі пошкодження зовнішнього гнучкого кабеля або шнура трансформатора задля безпечності фірма-виробник, агент з обслуговування або кваліфікований спеціаліст повинні зробити його заміну»;

-для сполучення типу Z: «Зовнішній гнучкий кабель або шнур трансформатора не може бути замінено; у разі пошкодження шнура трансформатор слід забракувати».

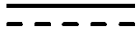




8.9 На трансформаторах, призначених тільки для застосування всередині приміщень, має бути зазначено відповідний символ.

8.10 На трансформаторах класу II має бути нанесено графічний символ 5172 за IEC 60417 (DB:2002-10) поряд з інформацією щодо джерела живлення, наприклад, на








заводській табличці, так, щоб було зрозуміло, що символ є частиною технічної інформації, а не назвою фірми-виробника або іншим позначенням (IEC 61140, 7.2.3).

Трансформатори класу II повинні постачатися з усіма деталями, після встановлення яких згідно з інструкціями виробника трансформатори можна віднести до класу II. Більше того, якщо трансформатор встановлений без кришок на коробці розподілення, маркування трансформатора класу II слід наносити на деталі, за рахунок яких забезпечуються характеристики класу II (наприклад, на кришці біля виводу для під'єднання до джерела живлення).

8.11 Такі символи слід наносити на обладнання або внести в інструкції:

Символ	Пояснення	Маркування
V*	вольти	
A*	ампери	
V·A (або var)*	вольт-ампери (бо вольт-ампери реактивні для реакторів)	
Вт*	вати	
Гц*	герци	
PR1	первинний струм	
SEC	вторинний струм	
 	постійний струм	IEC 60417-5031 (DB: 2002-10)
N	нейтраль	
	змінний струм	IEC 60417-5032 (DB: 2002-10)
3 	Трифазний змінний струм	IEC 60417-5032-1 (DB: 2002-10)
3/N 	трифазний змінний струм + нейтраль	IEC 60417-5032-2 (DB: 2002-10)
cos φ	коефіцієнт потужності	

Продовження таблиці

	конструкція класу II	IEC 60417-5172 (DB: 2003-02)
	конструкція класу III	IEC 60417-5180 (DB: 2003-02)
	плавка вставка запобіжника (додати символ для характеристик залежності час-струм)	IEC 60417- 5016 (DB: 2002-10)
t_a	Номінальна макисмальна температура навколишнього середовища	
	Затискач, приєднаний до каркаса або магнітопроводу	IEC 60417- 5020 (DB: 2002-10)
	уземлення	IEC 60417- 5019 (DB: 2002-10)
IPXX	позначення ступенів захисту IP**	
	Функціональне уземлення	IEC 60417- 5017 (DB: 2002-10)
	Тільки для внутрішнього встановлення	IEC 60417- 5957 (DB: 2004-12)
$t_{w5} yyy.$	Тільки для трансформаторів з позначенням t_w і строком служби 5 років. ууу=номінальна максимальна робоча температура	
$t_{w10} yyy.$	Тільки для трансформаторів з позначенням t_w і строком служби 10 років ууу=номінальна максимальна робоча температура	
$t_{wx} yyy.$	X=інші строки служби тільки для трансформаторів з позначенням t_w . ууу=номінальна максимальна робоча температура	

Кінець таблиці

* Допускаються кратні або частинні одиниці (наприклад, кВ, мА...).

**Х застосовується замість відсутнього числового символу, але на трансформаторі мають бути зазначені обидва відповідні числові символи, якщо це прийнятно. За необхідності можна використовувати додаткові літерні символи, наведені у IEC 60529.

8.12 Різні положення регуляторів і вимикачів слід позначати цифрами, літерами або іншими позначками, які легко сприймати візуально.

Якщо для різних положень використовують цифри, то положення «вимкнено» повинно бути позначене цифрою «0», а положення для більшої вихідної потужності, вхідної потужності тощо повинно бути позначено цифрою більшого значення.

Цифру «0» не слід використовувати для інших позначень. Застосовані позначення мають бути зрозумілими без знання мов, національних стандартів тощо.

8.13 Маркування не слід наносити на гвинти або інші знімні деталі. За винятком наведених нижче випадків маркування на підготовленому для експлуатації трансформаторі повинно бути добре помітним.

Маркування затискачів слід наносити так, щоб його було видно, якщо це необхідно, після зняття кришки; маркування повинно бути таким, щоб не можна було сплутати вхідні і вихідні затискачі.

Маркування взаємозамінних захисних пристроїв слід наносити біля їх основи так, щоб його було видно після зняття будь-якої кришки і захисного пристрою.

8.14 Додаткова інформація надається для випадків застосування спеціальних застережних заходів під час монтажу і експлуатації (у каталозі, проспекті або інструкції):

-умовно стійкі до коротких замикань трансформатори без самозворотного або несамозамінного захисного пристрою і незамінних слабкострумових частин повинні мати інформацію, яка пояснює, чому захисні пристрої не можуть бути повернуті або замінені після короткого замикання або перевантаження;

-для трансформаторів зі струмом захисного провідника понад 10 мА, призначених для постійного з'єднання, повинно бути чітко зазначено струм захисного провідника, а також що монтаж слід виконувати згідно з правилами виконання електромонтажних робіт;

-для приєднаних трансформаторів і трансформаторів IP00 інформаційна табличка повинна указувати, що у блоці живлення може виникнути напруга із значенням вище/нижче на 10% і більше і номінальна потужність трансформатора повинна вибиратися відповідно;

-для стаціонарних трансформаторів з номінальною потужністю понад

1000 В·А напруга короткого замикання має бути зазначена у відсотковій співвідношенні з номінальною первинною напругою;

-електротехнічне призначення трансформатора;

-гранична температура обмотки за ненормальних умов роботи враховується коли трансформатор вмонтовано у пристрій;

-для трансформаторів t_w -встановлена стала S, яка вьцмінна від 4500;

Позначення S разом з відповідним значенням у тисячах (наприклад, «S6», якщо S має значення 6000);

Примітка. Переважаючими значеннями S є: 4500, 5000, 6000, 8000, 11000 і 16000.

-для трансформаторів, конструкція яких не передбачена для послідовного або паралельного під'єднання з більше ніж однією вторинною обмоткою, трансформатор не призначений для послідовного/паралельного під'єднання.

Відповідність вимогам 8.1-8.14 перевіряють оглядом.

8.15 Маркування повинно бути добре помітним і не стиратися.

Відповідність вимозі перевіряють оглядом і протиранням маркування протягом 15 с бавовняною тканиною, змоченою водою, а потім протягом 15 с бавовняною тканиною, змоченою бензином.

Застосовуваний для випробування бензин – розчин гексану аліматичного ряду з максимальним вмістом ароматичних речовин – 0,1% об'єму, характеристикою каурібутанолу-29, температурою початку кипіння – близько 65 °С, температурою кінця кипіння – близько 69 °С, питомою вагою 0,68 г/см³.

Маркування, виконане литтям, пресуванням або гравіруванням, такому випробуванню не піддають.

Після проведення усіх випробувань, наведених у цьому стандарті, маркування повинно залишатися добре помітним; таблички не повинні зніматися і деформуватися.

9 ЗАХИСТ ВІД ДОСТУПУ ДО НЕБЕЗПЕЧНИХ ПІДНАПРУГОВИХ ЧАСТИН

Конструкція трансформатора і його оболонка повинні забезпечувати відповідний захист від випадкового дотику до небезпечних піднапругових частини; вони мають бути захищені від ураження електричним струмом у разі впливу накопичених зарядів на конденсаторах.

Відповідність вимогам перевіряють випробуваннями за 9.1.1, 9.1.2. і 9.2.

9.1 Захист від доступу до небезпечних піднапругових частин

9.1.1 Визначення небезпечних піднапругових частин

Піднапругова частина не являє небезпеки, якщо вона відокремлена від джерела живлення подвійною або посиленою ізоляцією і відповідає вимогам 9.1.1.1 або 9.1.1.2, які мають бути дотримані, коли трансформатор підмикають до системи номінальної напруги живлення.

9.1.1.1 Напруга не повинна перевищувати 37 В амплітудного значення змінного струму або 60 В постійного струму без пульсацій.

Відповідність перевіряють вимірюванням напруги між будь-якими двома піднапруговими частинами.

9.1.1.2 За напруги понад 35 В змінного струму (амплітудне значення) або 60 В постійного струму без пульсацій, струм дотику не повинен перевищувати:

- 0,7 мА (амплітудне значення змінного струму);

-2,0 мА (постійного струму).

Відповідність перевіряють вимірюванням струму дотику, як зазначено у додатку J.

Крім того, у випадку під'єднання конденсатора до піднапругових частин:

9.1.1.2.1 Розряд не повинен перевищувати 45 мкКл для напруги від 60 В до 15 кВ, або

9.1.1.2.2 Енергія розряду не повинна перевищувати 350 мДж для напруги понад 15 кВ.

Відповідність 9.1.1.2.1 та 9.1.1.2.2 перевіряють вимірюванням за навантаження з опором 2000 Ом.

9.1.2 Доступ до небезпечних піднапругових частин

Конструкцією трансформаторів має бути передбачений відповідний захист від доступу до небезпечних піднапругових частин.

Конструкція і оболонки трансформаторів класу I і II повинні забезпечувати відповідний захист від випадкового контакту з небезпечними піднапруговими частинами.

В трансформаторах класу I доступні частини повинні бути відокремлені від небезпечних піднапругових частин, щонайменше, основною ізоляцією.

Конструкція і оболонки трансформаторів класу II повинні забезпечувати відповідний захист від доступу до основної ізоляції і струмопровідних частин, відокремлених від небезпечних піднапругових частин тільки основною ізоляцією. Не

має бути можливим дотик до частин, відокремлених від піднапругових частин подвійною або посиленою ізоляцією.

Небезпечні піднапругові частини не повинні бути доступними після того, як видалено знімні деталі за винятком:

- ламп з цоколями, крім цоколів типів B9 і E10;
- патронів для плавкої вставки типу D.

Примітка 1. Трансформатори із ступенем захисту IP00 повинні відповідати вимогам стандартів на кінцеву продукцію після вмонтування у пристрій.

Ізоляційні властивості лаку, емалі, паперу, бавовни, герметичності і оксидної плівки на металевих частинах не треба розглядати як достатній захист від випадкового контакту з небезпечними піднапруговими частинами.

Примітка 2. Самотужавні смоли не зможуть забезпечити необхідний захист від випадкового контакту з небезпечними піднапруговими частинами.

Вали, рукоятки, важелі керування, кнопки тощо не повинні перебувати під небезпечною напругою.

Відповідність перевіряють оглядом і випробуванням згідно з IEC 60529.

Отвори трансформаторів класу II і класу I, за винятком отворів в струмопровідних частинах, приєднаних до затиску уземлення, додатково перевіряють випробним стрижнем, зображеним на рисунку 3.

Випробний палець і випробний стрижень прикладають в усіх можливих положеннях без значного зусилля.

Випробний палець, зображений на рисунку 2, прикладають без значного зусилля, при цьому трансформатор установлюють в кожне з можливих положень; трансформатори, призначені для встановлення на підлозі, і трансформатори масою понад 40 кг не нахилиють. Випробний палець вводять в отвір на будь-яку можливу глибину, обертають або переміщують під кутом до, після і під час встановлення трансформатора в будь-яке положення. Якщо палець не входить в отвір, то до нього прикладають зусилля, збільшене до 20 Н, палець при цьому перебуває у прямому положенні. Якщо палець входить в отвір, випробування повторюють, при цьому палець вводять під кутом.

Зіткнення випробного пальця з незаізольованими небезпечними піднапруговими частинами або небезпечними піднапруговими частинами, захищеними лише лаком, емаллю, папером, бавовняною тканиною, оксидною плівкою або герметиком, не допускається. Для трансформаторів класу II не допускається зіткнення випробного пальця з струмопровідними частинами, відокремленими від небезпечних піднапругових частин тільки основною ізоляцією.

Дотик до неізолюваних піднапругових частин випробним стрижнем не має бути можливим.

Примітка 3. Ця вимога не стосується цоколів ламп або або контактних гнізд.

Примітка 4. У разі сумніву разом з випробним стрижнем застосовують електричний контактний індикатор напругою не менше 40 В.

9.1.3 Доступ до безпечних піднапругових частин

Безпечні піднапругові частини кіл на виході, ізолювані від кола на вході подвійною або посиленою ізоляцією, можуть бути доступними за таких умов:

-за вторинних напруг неробочого ходу не більше 35 В амплітудного значення змінного струму або 60 В постійного струму без пульсацій, обидва полюси можуть бути доступними;

-за вторинних напруг неробочого ходу понад 35 В амплітудного значення змінного струму або 60 В постійного струму і не більше ніж 250 В змінного струму може бути доступним тільки один полюс.

9.2 Захист від небезпечних електричних розрядів

Для трансформаторів, призначених для під'єднання до кола живлення за допомогою вилки, штирі штепсельної вилки трансформаторів не повинні бути небезпечною піднапруговою частиною протягом 1 с після від'єднання вилки від джерела живлення.

В трансформаторах, призначених для під'єднання до кола живлення без вилки, виводи, передбачені для його під'єднання до кола живлення, не повинні бути небезпечними піднапруговими частинами протягом 5 с після розриву кола живлення.

Примітка 1. Для цього підрозділу штепсельні рознімання і вхідні отвори пристрою вважаються колом вилки.

Відповідність перевіряють таким випробуванням:

Якщо номінальна ємність в штирях не перевищує 0,1 мкФ, випробування не проводять.

Сітьовий вимикач трансформатора, за його наявності, знаходиться в положенні «вимкнено», якщо положення «увімкнено» є найбільш несприятливим.

Випробування можна провадити 10 разів або за наявності пристрою для відключення трансформатора в найбільш несприятливій фазі первинної напруги.

Напругу вимірюють між вхідними затискачами, між проводами живлення або між штирями вилки живлення, використовуваної для під'єднання до кола живлення, через 1 чи 5 с.

Якщо напруга перевищує 60 В змінного струму без пульсацій розряд вимірюють за таких же умов і він не повинен перевищувати 45 мкКл.

10 РЕГУЛЮВАННЯ ПЕРВИННОЇ НАПРУГИ

Трансформатори з кількома номінальними первинними напругами повинні мати конструкцію, яка дає змогу регулювати напругу тільки за допомогою інструменту.

Примітка. Вимога щодо регулювання напруги вважається виконаною, якщо зняття кришки для регулювання напруги можливе тільки за допомогою інструменту.

Конструкція трансформаторів, які може бути настроєно на різні номінальні первинні напруги, повинна бути такою, щоб маркування напруги, на яку настроєно готовий до експлуатації трансформатор, було добре помітним.

Трансформатори з пристроями для настроювання з'єднань первинного кола (наприклад, відгалужень) на первинні напруги у діапазоні, який не перевищує 10 % від значення, відповідного середній точці цього діапазону, призначені для під'єднання до кола за допомогою вилки, не розглядають як трансформатори, розраховані на кілька первинних напруг.

Безпечні розділові трансформатори, під'єднані до кола за допомогою вилки, повинні бути розраховані тільки на одну номінальну первинну напругу, за винятком випадку, коли під час подачі зазначеної на маркуванні найбільшої напруги на обмотку нижчої напруги вторинна напруга трансформатора перевищує граничні значення, які допускаються сферою застосування.

Відповідність перевіряють вимірюванням і оглядом.

11 ВТОРИННА НАПРУГА ТА ВТОРИННИЙ СТРУМ ПІД ЧАС НАВАНТАЖЕННЯ

11.1 Якщо трансформатор під'єднано на номінальну первинну напругу за номінальної частоти живлення і навантажено повним опором, який забезпечує номінальну вихідну потужність за номінальної вторинної напруги і за змінного струму з номінальним коефіцієнтом потужності, вторинна напруга не повинна відрізнятись від номінального значення більше ніж на :

а) 10% для вторинної напруги безумовно стійких до коротких замикань трансформаторів з однією номінальною вторинною напругою;

б) 10% для найбільшої вторинної напруги безумовно стійких до коротких замикань трансформаторів з кількома номінальними вторинними напругами;

с) 15% для інших вторинних напруг безумовно стійких до коротких замикань трансформаторів з кількома номінальними вторинними напругами;

д) 5% для вторинних напруг інших трансформаторів.

Для трансформаторів, виготовлених з випрямлячами, наведені значення збільшують на 5%.

Відповідність до вимог перевіряють вимірюванням вторинної напруги в усталеному режимі, при цьому трансформатор під'єднано до джерела номінальної первинної напруги за номінальної первинної частоти живлення і навантажено повним опором, який забезпечує номінальну потужність за номінальної вторинної напруги і номінального коефіцієнта потужності.

Для трансформаторів, виготовлених з випрямлячем, вторинну напругу вимірюють на виводах кола постійного струму вольтметром середніх значень, якщо не наведено дійове значення (8.1).

Для трансформаторів з кількома первинними напругами вимога є дійсною для кожної з номінальних первинних напруг.

Для трансформаторів з кількома вторинними обмотками навантаження прикладають до кожної секції відгалуження одночасно, якщо не застережено інше.

11.2 Якщо на трансформаторі зазначено номінальну потужність, номінальну вторинну напругу, номінальний вторинний струм і номінальний коефіцієнт потужності, то ці значення повинні бути узгоджені.

Якщо на трансформаторі не наведено значення номінального вторинного струму, його можна визначити з номінальної вихідної потужності та номінальної вторинної напруги.

Відповідність до вимог перевіряють обчисленням.

12 ВТОРИННА НАПРУГА НЕРОБОЧОГО ХОДУ

Технічні вимоги на обмеження вторинної напруги неробочого ходу до трансформаторів різних типів наведені у відповідних стандартах.

Вторинну напругу трансформаторів з випрямлячем вимірюють на обох боках випрямляча, якщо до них приєднано затискачі або кабельні муфти. Вимірювання провадять на вхідних затискачах випрямляча, якщо вони доступні для споживача. Вторинну напругу вимірюють на затискачах кола за допомогою вольтметра середніх значень, якщо спеціально не наведено ефективне (дійове) значення (8.1).

13 НАПРУГА КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

Якщо позначено напругу короткого замикання, то під час вимірювання значення короткого замикання не повинно відхилитись більше ніж на 20% від значення, наведеного на таблиці.

Відповідність перевіряють вимірюванням напруги короткого замикання за температури трансформатора, яка відповідає температурі оточуючого середовища.

14 ПЕРЕВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

14.1 Загальні положення

В умовах нормальної експлуатації трансформатори не повинні перегріватися.

Температуру визначають після досягнення сталого режиму за дотримання таких умов.

Випробування і вимірювання провадять в захищеному від протягів приміщенні, розміри якого не можуть вплинути на результати випробування. За номінальної температури трансформатора t_a , випробування провадять за $(t_a \pm 5)^\circ\text{C}$.

Примітка 1. Випробування на нагрівання провадять тільки з урахуванням t_a (а не t_{amin}).

Переносні трансформатори розташовують на фанерній опорі, пофарбованій у матово-чорний колір. Стационарні трансформатори встановлюють як під час нормальної експлуатації на фанерній опорі, пофарбованій у матово-чорний колір. Товщина опори приблизно 20 мм, її розміри перевищують, щонайменше, на 200 мм розміри прямокутної проекції зразка на опорі.

Трансформатори з вмонтованими штепсельними вилками, призначені для введення в нерухомо встановлену розетку, випробовують, вводчи їх у розетку, вмонтовану, як показано на рисунку 1, так, щоб зовнішні поверхні співпадали з поверхнею коробки, установленої на фанерній опорі, пофарбованій в матово-чорний колір.

Щитові трансформатори випробовують за 5.10.

Усі трансформатори, крім трансформаторів зі ступенем захисту IP00, випробовують в оболонці.

Трансформатори зі ступенем захисту IP00, сфера застосування яких невідома, випробовують за 5.13.

Примітка 2 У випадку трансформаторів зі ступенем захисту IP00 температуру опорних частин вимірюють без урахування значень, наведених у таблицях 1 і 3.

З'єднання трансформаторів із затискачами для сполучення типу Х із спеціально підготовленим шнуром і затискачами для сполучень типу Y і Z безпосередньо перед випробуванням на нагрівання піддають натягуванню зусиллям 5 Н.

Трансформатори приєднують до мережі з номінальною первинною напругою та навантаженням, що є повним опором, який забезпечує номінальну потужність за номінальної вторинної напруги, а для змінного струму – за номінального коефіцієнта потужності. Значення вторинного струму вимірюють до досягнення усталеного режиму. Потім напругу мережі підвищують на 10% і вторинний струм регулюють до досягнення раніше виміряного значення. Вторинний струм не є регульованим для автономного трансформатора. Після цього ніяких змін у колі не провадять. Випробування повторюють у режимі неробочого ходу, якщо він найбільш несприятливий.

Приєднувані до пристрою або обладнання трансформатори випробовують за умов нормальної експлуатації, зазначених у відповідних технічних умовах. Трансформатори з максимально допустимим навантаженням під час роботи у переривчастому режимі випробовують за максимально допустимого навантаження до досягнення усталеного режиму.

Температуру обмоток визначають методом змінення опору.

Примітка 3. Один з методів полягає в тому, що вимірювання провадять на кожній обмотці окремо і визначають опір обмоток у кінці випробування, вимірюючи опір, за можливості, зразу ж після вимикання, а потім з короткими проміжками для того, щоб можна було побудувати криву зміни опору залежно від часу і визначити опір у момент вимкнення.

Значення перевищення температури обмоток обчислюють за формулою:

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (x + t_1) - (t_2 - t_1), \quad (1)$$

де $X=234,5$ для міді і 225 алюмінію;

Δt - перевищення температури відносно t_2 , при цьому максимальна температура дорівнює $\Delta t + t_2$;

R_1 - опір, виміряний на початку випробування за температури t_1 ;

R_2 - опір, виміряний у кінці випробування після досягнення усталеного режиму;

t_1 - температура навколишнього середовища на початку випробування;

t_2 - температура навколишнього середовища у кінці випробування.

На початку випробування обмотки повинні мати температуру навколишнього середовища.

Під час визначення температури обмоток температуру навколишнього середовища вимірюють на такій відстані від зразка, за якої унеможливлено його вплив

на результати вимірювання. У цій точці температура повітря під час випробування не повинна змінюватись більше ніж на 10 °С.

Для трансформаторів з кількома первинними або вторинними обмотками, первинною або вторинною обмоткою з відгалуженням враховують найбільше значення температури.

Температуру інших частин визначають термопарами, підібраними та розташованими таким чином, щоб вони мінімально впливали на температуру частин, які піддають випробуванню.

Термопари, використововувані для визначення температури поверхні опор, закріплюють на внутрішньому боці невеликих пофарбованих у чорний колір мідних або латунних дисків завтовшки 1 мм і діаметром 15 мм, які заглиблюють урівні з поверхнею опори.

Температуру електричної ізоляції (крім ізоляції обмоток) визначають на поверхні ізоляції у місцях, де її пошкодження може спричинити контакт між піднапруговими частинами, які являють небезпеку, і доступними металевими частинами або бути причиною зменшення довжини шляху струму спливу або повітряних проміжків відносно значень, наведених у розділі 26. Крім того, термопари повинні бути розосереджені на найбільш гарячих точках ізоляційних матеріалів для запобігання небезпеки загоряння.

Під час випробування температура не повинна перевищувати значення, наведені у таблиці 1, якщо трансформатор призначено для роботи за нормальної температури навколишнього середовища (25°C або t_a). У випадках, коли температура у місці проведення випробування відрізняється від номінальної температури навколишнього середовища, цю різницю слід враховувати під час застосування граничних значень, указаних у таблиці 1, і під час проведення випробувань за температури, зазначеної у 27.1 і 27.4.

Таблиця 1 – Значення максимальної температури в умовах нормальної експлуатації.

Частина трансформатора ¹⁾	Температура, °C
Обмотки (катушки і будь-які інші ізоляційні матеріали, які перебувають з ними у контакті) з ізоляцією з:	
матеріалу класу А ²⁾	100
матеріалу класу Е ²⁾	115
матеріалу класу В ²⁾	120
матеріалу класу F ²⁾	140
матеріалу класу Н ²⁾	165
інших матеріалів ³⁾	-
Зовнішні оболонки ⁴⁾ стаціонарних трансформаторів (до яких можна доторкнутися стандартним випробним пальцем), виготовлені з	
-металу	70
-іншого матеріалу	80
Зовнішні облонки ⁴⁾ стаціонарних трансформаторів (до яких не можна доторкнутися стандартним випробним пальцем)	85
Зовнішні оболонки ⁴⁾ , рукоятки і подібні деталі переносних трансформаторів:	
- які під час нормальної експлуатації постійно тримають у руках (наприклад, ручні трансформатори):	
з металу	55
з іншого матеріалу	75
- які під час нормальної експлуатації не тримають постійно в руках:	
з металу	60
з іншого матеріалу	80
Затискачі зовнішніх проводів і затискачі вимикачів	70
Ізоляція внутрішніх і зовнішніх проводів ⁵⁾ :	
-з гуми;	65
-з полівінілхлориду	70

Кінець таблиці 1

Частина, руйнування яких може вплинути на безпеку ⁵⁾ , виготовлені з:	
-гуми (крім ізоляції проводів)	75
-фенолформальдегіду	105
-карбамідформальдегіду	85
- просоченого паперу і тканини	85
- просоченої деревини	85
- полівінілхлориду (крім ізоляції проводів), полістиролу і подібного термопластичного матеріалу	65
- лакотканини	75
Опорні поверхні	85
Друковані плати ⁵⁾ :	
- склеєні фенолформальдегідом, меламінформальдегідом, фенолфурфуролом або поліестером	105
- склеєні епоксидною смолою	140

¹⁾ Якщо як ізоляцію використовують інші матеріали, їх не слід піддавати впливу температур, які перевищують допустимі для цих матеріалів значення.

²⁾ Класифікація ізоляційних матеріалів відповідає відповідно IEC 60085 та IEC 60216, проте значення температури було відкориговано, беручи до уваги те, що під час цих випробувань урахується середнє значення, а не значення температури найбільш нагрітої точки.

³⁾ Матеріали, не зазначені в IEC 60085 та IEC 60216, повинні витримувати випробування за 14.3.

⁴⁾ Якщо будь-який елемент є частиною зовнішньої поверхні трансформатора, то його температура не повинна перевищувати значення, подане для відповідної зовнішньої оболонки.

⁵⁾ Якість гумової і полівінілхлоридної ізоляції повинна відповідати вимогам IEC 60245 і IEC 60227 відповідно.

Перевищення температури на нагрівальних елементах захисних пристроїв, що стосується ізоляційних матеріалів, також слід вимірювати.

Зразу ж після випробування зразок повинен витримати випробування електричної міцності ізоляції за 18.3 (значення наведені в таблиці 8а), за якого випробну напругу прикладають тільки між первинними і вторинними колами.

Під час і після випробування електричні сполучення не повинні бути послаблені, шляхи струму спливу і повітряні проміжки не повинні бути менше значень

розділу 26, заливальна маса не повинна витікати, а пристрої захисту від перевантажень не повинні спрацьовувати.

14.2 Застосовують 14.1 або 14.3 згідно з ізоляційною системою.

Крім того, до обмоток ставлять такі вимоги:

14.2.1 Якщо виробник зазначив клас нагрівостійкості використовуваного матеріалу, виміряна температура обмотки не повинна перевищувати відповідне значення, наведене у таблиці 1 (відносно значення t_a).

14.2.2 Якщо виробник не зазначив клас нагрівостійкості використовуваного матеріалу, виміряна температура обмотки не повинна перевищувати значення, подане в таблиці 1 для матеріалу класу А (з урахуванням значення t_a).

14.2.3 Якщо виробником не зазначений клас нагрівостійкості використовуваного матеріалу, а виміряна температура не перевищує значення, подане в таблиці 1 для матеріалу класу А (з урахуванням значення t_a), піднапругові частини трансформаторів (магнітопровід і обмотки) піддають випробуванням за 14.3. Температуру нагрівальної камери вибирають за таблицею 2, беручи до уваги значення t_a . З таблиці 2 вибирають наступне, вище значення відносно значення, отриманого під час розрахунку.

14.3 Циклічне випробування для ізоляційних систем, що не класифікуються

Якщо необхідно (14.2, 19.12.3 і 26.3) піднапругові частини трансформатора (магнітопровід і обмотки) піддають такому циклічному випробуванню, кожний цикл якого складається з випробування нагріванням, випробування вологим обробленням і випробування на вібростійкість. Вимірювання проводять після кожного циклу за 14.3.4.

Кількість зразків зазначено у 5.2. Зразки підлягають 10 випробним циклам.

14.3.1 Випробування нагріванням

Залежно від типу ізоляції зразки витримують у нагрівальній камері протягом часу і за температури, зазначеної виробником згідно з таблицею 2. Проводять 10 циклів за однієї комбінації часу і температури.

Температуру у нагрівальній камері підтримують з граничним відхиленням $\pm 3^\circ\text{C}$

Таблиця 2 – Випробна температура та тривалість випробування (у добах) протягом циклу

Випробна температура, °C	Час випробування ізоляційних систем різних класів термостійкості (у добах)				
	100°C	115°C	120°C	140°C	165°C
220					4
210					7
200					14
190				4	
180				7	
170				14	
160			4		
150		4	7		
140		7			
130	4				
120	7				
Класифікація за IEC 60085 і IEC 60216	A	E	B	F	H

Після випробувань нагріванням до початку випробування на вібростійкість зразки охолоджують до температури навколишнього середовища.

14.3.2 Випробування на вібростійкість

У положенні, прийнятому для експлуатації, зразки закріплюють на вібраторі згідно з вимогами IEC 60068-2-6 за допомогою ременів, які охоплюють оболонку.

Напрямок коливань – вертикальний, ступінь жорсткості такий:

- тривалість: 30 хв;
- амплітуда: 0,35 мм;
- діапазон частот 10; 55; 10 Гц;
- частота коливань: приблизно одна октава за хвилину.

14.3.3 Вологе оброблення

Протягом двох діб (48 год) зразки піддають вологому обробленню за 17.2

14.3.4 Вимірювання

Всі наступні випробування проводять до проведення циклічних випробувань і після кожного повного циклу:

-первинного струму неробочого ходу або омичної складової неробочого ходу в омах.

Первинний струм неробочого ходу або омична складова первинного струму неробочого ходу не повинна перевищувати 30% від відповідного значення, отриманого на початку вимірювань.

-опір ізоляції вимірюють згідно з 18.1 і 18.2;

-випробування електричної міцності ізоляції провадять згідно з 18.3 і 18.4.

Значення випробних напруг знижують до 35 % від встановлених значень, тривалість випробування подвоюють;

- наступне випробування провадять тільки для трансформаторів з номінальною частотою живлення 50 або 60 Гц. Після проведення випробування електричної міцності ізоляції до одного первинного кола подають протягом 5 хв випробну напругу, щонайменше 1,2 номінальної первинної напруги за подвійної номінальної частоти живлення.

Трансформатор не навантажують. Під час випробування поліфілярні обмотки, якщо вони є, під'єднують послідовно. Може використовуватись більша ніж подвійна частота живлення; тривалість періоду під'єднання, у хвилинах, у 10 разів більше номінальної частоти живлення, поділеної на випробну частоту, але не менше 2 хв.

Під час проведення вищезазначених випробувань між витками обмотки, між первинними і вторинними колами, між прилягаючими первинними або вторинними колами або між обмотками і будь-яким струмопровідним магнітопроводом не повинно бути пробую ізоляції.

Якщо після закінчення всіх 10 циклів випробувань один або кілька зразків виходять з ладу, вважають, що трансформатори не витримали випробування на міцність.

15 ЗАХИСТ ВІД КОРОТКИХ ЗАМИКАНЬ І ПЕРЕВАНТАЖЕНЬ

15.1 Загальні положення

Трансформатори повинні витримувати короткі замикання і перевантаження за умов нормальної експлуатації.

Відповідність перевіряють оглядом і такими випробуваннями, які проводять зразу після випробування за 14.1 без зміни температури навколишнього середовища і зміни положення трансформатора за 1,1 номінальної первинної напруги або за будь-яким

значенням первинної напруги умовно стійких до коротких замикань трансформаторів у межах від 0,9 до 1,1 номінальної первинної напруги:

-для трансформаторів, безумовно стійких до коротких замикань – за 15.2;

-для трансформаторів, умовно стійких до коротких замикань – за 15.3;

-для трансформаторів не стійких до коротких замикань – за 15.4;

-для трансформаторів, безпечних у разі пошкодження – за 15.5;

-для трансформаторів з випрямлячем випробування за 15.2 або 15.3 виконують двічі, один раз під час короткого замикання з одного боку випрямляча і другий - під час короткого замикання – іншого боку випрямляча;

-для трансформаторів з кількома вторинними обмотками або вторинною регулювальною обмоткою враховують найбільше перевищення температури. У першому випадку всі обмотки, призначені для одночасного навантаження, навантажують за номінальної вихідної потужності, а потім створюють коротке замикання на обраній вторинній обмотці.

Під час випробування за 15.2, 15.3 і 15.4 температура не повинна перевищувати значення, наведені в таблиці 3, якщо трансформатор працює за номінальної температури навколишнього середовища (25 °C або t_a).

Якщо температура на місці випробування відрізняється від номінальної температури навколишнього середовища, то цю різницю треба враховувати під час застосування максимальних значень, наведених у таблиці 3.

Таблиця 3 – Максимальні значення температури у разі коротких замикань або за умов перевантаження

Класифікація ізоляції	A	E	B	F	H
	Максимальна температура, °C				
Обмотка безумовно стійка підрозділ 15.2	150	165	175	190	210
Обмотка, захищена захисним пристроєм: а) пункти 15.3.2-15.3.3 -15.3.4 - протягом заданого часу або часу T, наведеного у таблиці 4 ¹⁾	200	215	225	240	260

Кінець таблиці 3

b) пункт 15.3.1					
- протягом першої години, максимальне значення	200	215	225	240	260
- після першої години, максимальне значення ²⁾	175	190	200	215	235
- після першої години, середньоарифметичне значення ²⁾	150	165	175	190	210
c) пункт 15.3.5	175	190	200	215	235
Зовнішні оболонки (до яких можна доторкнутися стандартним випробним пальцем)	105				
Гумова ізоляція проводів	85				
Полівінілхлоридна ізоляція	85				
Опорні поверхні (тобто будь-яка площа, яку займає трансформатор на поверхні фанери, виготовленої із сосни)	105				

¹⁾Максимальна температура вважається максимально досяжною під час випробування внаслідок теплової інерції трансформатора.

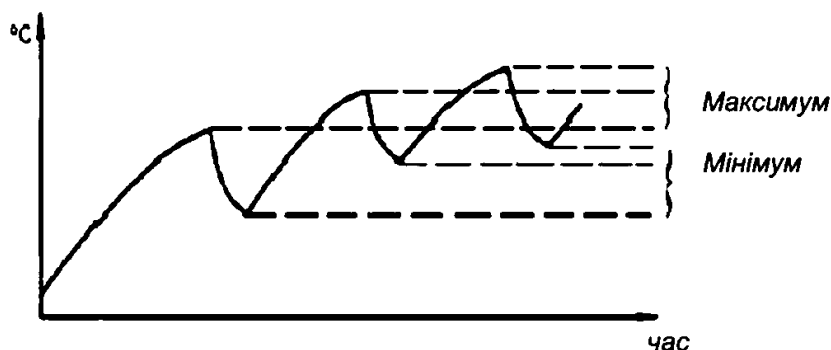
²⁾Середньоарифметичне значення визначається наступним чином:

Крива залежності температури від часу складається під час циклічного подання енергії до трансформатора. Середньоарифметичне значення температури (t_A) визначається за формулою:

$$t_A = (t_{\max} + t_{\min}) / 2,$$

де t_{\max} є середнім максимальним значенням;

t_{\min} є середнім мінімальним значенням



Під час випробування з трансформатора не повинні з'являтися полум'я, розплавлений метал, отруйний або займистий газ у небезпечній для життя кількості, а температура не повинна перевищувати значення, наведені в таблиці 3.

Під час і після усіх випробувань трансформатор повинен відповідати вимогам розділу 9.

Після усіх випробувань і охолодження трансформатора до температури навколишнього середовища ізоляція повинна витримати випробування на електричну міцність за 18.3

Примітка. Перед випробуванням електричної міцності ізоляції вологе оброблення за 17.2 не виконують.

15.2 Безумовно стійкі до коротких замикань трансформатори

Трансформатори, безумовно стійкі до коротких замикань, випробовують коротким замиканням вторинних обмоток до того часу, поки не буде досягнуто усталеного режиму.

15.3 Умовно стійкі до коротких замикань трансформатори

Випробування трансформаторів, умовно стійких до коротких замикань, провадять таким чином:

15.3.1 Затискачі вторинних обмоток закорочують. Умонтований захисний пристрій від перевантажень повинен спрацювати до того, як температура перевищить значення, наведені в таблиці 3 для будь-якого значення первинної напруги від 0,9 до 1,1 номінальної первинної напруги.

15.3.2 Якщо передбачено захист плавким запобіжником, який відповідає

IEC 60269-2, IEC 60269-3, або технічно еквівалентним запобіжником, трансформатор протягом часу T навантажують струмом, який у «к» разів перевищує зазначений на трансформаторі струм плавкої вставки; значення T і «к» наведено у таблиці 4. Під час проведення випробування струм у плавкому запобіжнику повинен підтримуватись постійним. Плавка вставка замінюється вставкою з незначним опором.

Таблиця 4 – Значення Т і «к» для плавких запобіжників

Значення, зазначені як номінальний струм I_n захисної плавкої вставки gG, А	Т, год	К
$I_n \leq 4$	1	2,1
$4 < I_n < 16$	1	1,9
$16 \leq I_n \leq 63$	1	1,6
$63 < I_n \leq 160$	2	1,6
$160 < I_n \leq 200$	3	1,6

Примітка 1. Для циліндричних запобіжників gG типу В побутового застосування (IEC 60269-3-1) для запобіжників промислового застосування з плавкими вставками для з'єднань за допомогою болтів (IEC 60269-2-1) значення К для $I_n < 16$ А дорівнює 1,6.

Примітка 2. Для запобіжників типу D побутового застосування (IEC 60269-3-1) за номінального струму 16 А значення К дорівнює 1,9.

15.3.3 Якщо захист трансформатора забезпечується мініатюрними плавкими запобіжниками, які відповідають IEC 60127, плавкими вставками запобіжника пластинчатого типу за ISO 8820, який застосовують у засобах пересування. або технічно еквівалентним плавким запобіжником, трансформатор навантажують струмом, зазначеним у відповідному стандарті, протягом періоду, який відповідає найбільшому проміжку часу до виникнення дуги. Під час проведення випробування струм у плавкому запобіжнику повинен підтримуватись постійним. Плавка вставка замінюється вставкою з незначним опором.

Примітка. Технічно еквівалентний запобіжник – це плавка вставка запобіжника, яка має такі самі характеристики струму та часу як і вставки за IEC 60127 або ISO 8820.

Якщо захист трансформатора забезпечується мініатюрними плавкими запобіжниками згідно з IEC 60127, трансформатор навантажують струмом, який дорівнює 1,5 значення номінального струму плавких вставок, доти, поки не буде досягнуто усталеного режиму.

15.3.4 Якщо захист забезпечується вимикачем за IEC 60898 або еквівалентним вимикачем, трансформатор навантажують струмом, який дорівнює 1,45 значення номінального струму вимикача, протягом часу, зазначеного IEC 60898. Під час проведення випробування струм у плавкому запобіжнику повинен підтримуватись постійним.

Плавка вставка замінюється вставкою з незначним опором.

15.3.5 Якщо захист забезпечується:

-не передбаченим IEC 60127 або IEC 60269 пристроєм захисту від перевантажень або вимикачем;

-особливою слабкострумовою частиною;

трансформатор навантажують струмом, що дорівнює 0,95 значення найменшого струму, який спричиняє вимикання пристрою до досягнення усталеного режиму. Найменший струм, який спричиняє відімкнення пристрою, визначається роботою трансформатора за 100% номінальної вихідної потужності. При цьому необхідно поступово збільшувати на 2% на кожному етапі вторинну напругу і затримувати на цьому етапі до досягнення нормальних умов експлуатації, до відімкнення захисного пристрою.

Якщо захисним пристроєм є слабкострумова частина, вищезазначене випробування повторюють на двох нових зразках. Під час випробування на першому зразку слабкострумова частина повинна функціонувати в тому ж режимі і місці, що й раніше. Під час випробування на другому зразку температура не повинна перевищувати значень, поданих у таблиці 3, для усталеного режиму.

15.4 Не стійкі до коротких замикань трансформатори

Трансформатори, не стійкі до коротких замикань випробовують за 15.3. Зазначений виробником захисний пристрій вмикають відповідно до первинного або вторинного кола.

Під'єднані до пристрою або обладнання трансформатори, не стійкі до коротких замикань, випробовують разом із зазначеним виробником захисним пристроєм, увімкненим у первинне або вторинне коло за найбільш несприятливих умов нормальної експлуатації і найбільш несприятливих умов навантаження обладнання або кола, для яких призначено трансформатор. Прикладами несприятливого навантаження може бути тривалий, короткочасний або переривчастий режими роботи.

15.5 Трансформатори, безпечні у разі пошкодження

15.5.1 Три додаткові зразки використовують тільки для наведеного нижче випробування.

Якщо під час цього випробування трансформатор виходить з ладу, розривання відбувається у первинному колі.

Кожний з трьох зразків установлюють як для нормальної роботи на фанерній опорі завтовшки 20 мм, пофарбованій у чорно-матовий колір і нагрівають згідно з 14.2 до досягнення стабільної температури. Кожний трансформатор вмикають за напруги, яка дорівнює 1,1 номінальної первинної напруги, вторинну обмотку, в якій

під час випробування за 14.2 відзначалось найбільше перевищення температури, спочатку навантажують струмом, який дорівнює 1,5 номінального вторинного струму (або, якщо це неможливо, струмом, який дорівнює максимальному значенню вторинного струму) до досягнення усталеного режиму або поки трансформатор не вийде з ладу (залежно від того, що відбудеться раніше).

Якщо трансформатор виходить з ладу, то протягом випробувань і після них він повинен відповідати критеріям, наведеним у 15.5.2.

Якщо трансформатор не виходить з ладу, то час, необхідний для досягнення усталеного режиму, реєструють, після чого обрану вторинну обмотку закорочують. Випробування продовжують доти, поки трансформатор не вийде з ладу. Цю частину випробування провадять на зразку не довше, ніж це необхідно для досягнення усталеного режиму, але не більше 5 год.

У разі пошкодження трансформатор не повинен бути небезпечним для оточення, при цьому протягом випробувань і після них він повинен відповідати критеріям, наведеним у 15.5.2.

15.5.2 У будь-який час протягом випробувань за 15.5.1:

- температура будь-якої частини оболонки трансформаторів, до якої можна доторкнутися стандартним випробним пальцем, не повинна перевищувати 175°C;
- температура фанерної опори не повинна перевищувати 125°C;
- з трансформатора не повинно бути викиду полум'я, розпеченого матеріалу, розжарених частинок або гарячих крапель ізоляційного матеріалу.

Після випробувань за 15.5.1 і охолодження трансформаторів до температури навколишнього середовища:

-ізоляція повинна витримувати випробування на електричну міцність, при цьому випробна напруга становить 35% від значення, наведеного у розділі 18, таблиця 8b. Випробування провадять прикладанням напруги між первинною обмоткою та корпусом для трансформаторів усіх типів і додатково між первинною та вторинною обмотками для безпечних розділових трансформаторів і трансформаторів з розділеними обмотками:

-оболонки, за їх наявності, не повинні мати отворів, через які можна доторкнутися до неізольованих небезпечних піднапругових частин стандартним випробним пальцем (рисунок 2). У разі сумніву контакт з неізольованими небезпечними піднапруговими частинами перевіряють індикатором електричного контакту за напруги не меншої ніж 40 В.

Вважається, що трансформатор не витримав випробування на електричну міцність ізоляції, якщо він не відповідає вимогам цього підпункту.

16 МЕХАНІЧНА МІЦНІСТЬ

16.1 Загальні положення

Трансформатори повинні мати достатню механічну міцність; конструкція трансформатора повинна витримувати механічні впливи, які можуть виникнути під час нормальної експлуатації.

Відповідність перевіряють випробуваннями за 16.2 для стаціонарних трансформаторів і 16.2; 16.3 і 16.4 – для переносних.

Згідно з вимогами цього стандарту після випробувань трансформатор не повинен мати пошкоджень. Зокрема, небезпечні піднапругові частини не повинні стати доступними під час проведення випробувань за 9.1.2.

Ізоляційні перегородки не повинні мати пошкоджень, а рукоятки, важелі, кнопки тощо не повинні переміщуватися на своїх осях.

Примітка 1. Пошкодження покриття, невеликі вм'ятини, які не зменшують шляхів струму спливу або повітряних проміжків, зазначених у розділі 26, а також невеликі відколки, які не впливають на захист від ураження електричним струмом або вологостійкість, не враховують.

Примітка 2. Тріщини, невидимі неозброєним оком або в окулярах для коригування зору, але без збільшення, і тріщини на поверхні спресованого матеріалу, армованого волокном тощо, не враховують.

Крім того, під час випробування за 16.4 не враховують вигин штепсельних вилок.

16.2 Стаціонарні трансформатори

Трансформатор, кришка та аналогічні деталі якого закріплено, міцно встановлюють на жорсткій опорі і завдають три удари молотком з пружинним пристроєм згідно з вимогами на випробування Eн, описане в IEC 60068-2-75, у кожній найбільш слабкій точці зовнішньої оболонки, яка захищає небезпечні піднапругові частини, включаючи рукоятки, важелі, кнопки вмикання тощо, прикладаючи бойок молотка з енергією $(0,5 \pm 0,05)$ Дж перпендикулярно поверхні.

Перед завданням ударів установочні гвинти основ і кришок затягують крутним моментом, що дорівнює 2/3 моменту, зазначеного в таблиці 11.

Якщо є сумніви в тому, що дефект виник внаслідок завданих раніше ударів, дефект не враховують і завдають ще три удари у тому самому місці на новому зразку, який потім повинен витримати випробування.

Частини трансформаторів зі ступенем захисту IP00, які недоступні, коли трансформатор вмонтовано у пристрій або інше обладнання, випробуванню не піддають.

16.3 Переносні трансформатори (за винятком переносних трансформаторів з вмонтованими штепсельними вилками, призначеними для введення в стаціонарну розетку)

Переносні трансформатори, за винятком переносних трансформаторів з вмонтованими штепсельними вилками, призначеними для введення в стаціонарну розетку, встановлюють в прийнятому для експлуатації положенні. А потому піддають падінням з висоти 25 мм на гладку сталеву плиту завтовшки не менше 5 мм, розташовану на плоскій бетонній опорі. Сто падінь виконують з частотою не менше одного падіння за 5 с.

Висоту вимірюють від найближче розташованої до випробної поверхні частини зразка, підвішеного перед падінням.

Спосіб звільнення зразка повинен забезпечувати вільне падіння з підвішеного положення з мінімальним затриманням у момент звільнення.

Якщо трансформатор укомплектовано закріпленим зовнішнім кабелем або шнуром(-ами), то кабель або шнур(и) обрізають до довжини 100 мм.

16.4 Переносні трансформатори з вмонтованими штепсельними вилками, призначеними для введення у стаціонарні розетки

Переносні трансформатори з вмонтованими штепсельними вилками, призначеними для введення у стаціонарні розетки, повинні мати відповідну механічну міцність.

Відповідність перевіряють проведенням випробувань а), b) і c). Випробування а) провадять на трьох зразках; усі три зразки повинні витримати випробування. Випробування b) і c) виконують на новому зразку.

а) Випробування провадять за IEC 60068-2-32 в обертовому барабані. Якщо трансформатор забезпечено зовнішнім шнуром(-ами), то шнур(-и) обрізають до довжини 100 мм. Кожний зразок випробовують окремо.

Барабан обертають зі швидкістю п'ять обертів за хвилину, виконуючи таким чином 10 падінь за хвилину, при цьому загальна кількість падінь становить:

-50, якщо маса зразка не перевищує 250 г;

-25, якщо маса зразка перевищує 250 г.

Згідно з вимогами цього стандарту після випробування поверхня зразка не повинна бути пошкоджена, але він не обов'язково повинен залишатись працездатним.

Може бути відламано маленькі шматочки, за умови, що не спрацював захисний пристрій від ураження електричним струмом.

Зруйнування штепсельних вилок і пошкодження поверхні, невеликі вм'ятини, що не спричиняють зменшення шляхів струму спливу або повітряних проміжків, значення яких наведено у 27.1 IEC 60884-1, не враховують.

b) Штепсельні вилки не повинні обертатися, коли крутий момент 0,4 Н·м прикладають протягом однієї хвилини спочатку в одному напрямку, потім протягом однієї хвилини в протилежному.

Примітка. Випробування не проводять, якщо згідно з вимогами цього стандарту обертання штепсельних вилок не призводить до порушення вимог безпеки.

c) Тягове зусилля, значення якого наведено в таблиці 5, прикладають без різких рухів до кожного штиря штепсельної вилки протягом однієї хвилини у напрямку його поздовжньої осі.

Тягове зусилля прикладають через 1 год після вміщення пристрою в нагрівальну камеру з температурою $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Таблиця 5 – Тягове зусилля, яке прикладається до штирів штепсельної вилки

Номинальні параметри вилки відповідного типу	Кількість полюсів	Тягове зусилля, Н
До 10 А 130/250 В включно	2	40
	3	50
Понад 10 А „ 16 А 130/250 В „	2	50
	3	54
„ 10 А „ 16 А 440 В „	3	54
	більше трьох	70

Під час проведення цього випробування захисні уземлювальні затискачі, незалежно від їх кількості, розглядають як один полюс.

Після випробування та охолодження пристрою до температури навколишнього середовища ні один із штирів штепсельної вилки не повинен зміщуватися більше ніж на 1 мм.

17 ЗАХИСТ ВІД ШКІДЛИВОГО ПРОНИКНЕННЯ ПИЛУ, ТВЕРДИХ ЧАСТОК І ВОЛОГИ

17.1 Ступені захисту оболонками (код IP)

Оболонка трансформатора повинна забезпечувати ступінь захисту від проникнення пилу, твердих часток і вологи згідно з класифікацією трансформатора і ступенем захисту IP, зазначеному на трансформаторі, за винятком IP1X, який слід маркувати і випробовувати як IP00.

Примітка. Опис цифрових символів ступенів захисту і ступенів захисту IP подано в додатку Q.

Відповідність перевіряють випробуванням за 17.1.1, а інші характеристики ступеню захисту IP - випробуванням за IEC 60529.

Перед випробуванням на відповідність іншому символу, крім IPX8, трансформатор слід увімкнути за номінальної потужності, і довести до усталеної робочої температури за номінальної напруги.

Температура води під час випробування повинна бути $(15 \pm 10)^\circ\text{C}$.

Трансформатори слід встановити та оснастити проводами, як за умов нормальної експлуатації, при цьому відповідну вилку (якщо це потрібно) має бути введено у вторинне коло.

Трансформатори, у яких не передбачено зовнішній гнучкий кабель або шнур, забезпечують зовнішніми проводами згідно з розділом 22, при цьому вибирають найбільш навантажений тип і переріз.

Під час випробування трансформаторів за 17.1.1 (A-J) нерухомо закріплений трансформатор, призначений для встановлення, за якого його оболонка стикається з поверхнею, випробовують на щиті, зовнішні розміри якого відповідають проекції трансформатора, якщо не зазначено інше.

Трансформатор з оболонкою, в якому передбачено зливання води через дренажні отвори, установлюють із відкритим нижнім отвором, якщо не зазначено інше в інструкції виробника щодо встановлення. Вентиляційні отвори під час випробування залишаються відкритими.

Переносні трансформатори, оснащені проводами як за нормальної експлуатації, установлюють у найбільш несприятливим положенні.

Сальники, за їх наявності, затягують крутним моментом, який становить $2/3$ моменту, що його прикладають під час випробування за 25.6.

Після цих випробувань трансформатор повинен витримувати випробування електричної міцності ізоляції за 18.3, а огляд повинен показати:

a) відсутність відкладення порошку талька в пилонепроникних трансформаторах, струмопровідність якого є причиною невідповідності ізоляції вимогам цього стандарту;

b) відсутність відкладення порошку талька всередині оболонок пилонепроникних трансформаторів;

c) відсутність слідів води на піднапругових частинах, за винятком частин БННН, між 15 В змінного струму або 25 В постійного струму, або на ізоляції частин, які є небезпечними для споживача або навколишнього середовища, наприклад, там, де це може спричинити зменшення шляхів струму спливу, значення яких наведено в розділі 26;

d) відсутність вологи, яка знижує надійність трансформаторів, захищених від крапель, дощу, бризок і водяних струменів;

e) відсутність слідів води на будь-якій частині водонепроникного трансформатора;

f) відсутність отвору, який допускає проникнення випробного щупа у трансформатори, захищені від твердих часток.

17.1.1 Випробування на трансформаторах з оболонкою

A-трансформатори, захищені від проникнення твердих часток (перший числовий символ 2 коду IP) випробовують згідно з вимогами розділів 9 і 26 через уведення стандартного випробного пальця згідно з IEC 60529 і випробного стрижня, зображеного на рисунку 3.

B-трансформатори, захищені від проникнення твердих часток (перші числові символи 3 і 4 коду IP) випробовують уведенням у кожній можливій точці (за винятком прокладок) щупу, який відповідає щупу C або D за IEC 61032 із зусиллям, значення якого наведено в таблиці 6.

Таблиця 6 – Випробування трансформаторів, захищених від проникнення твердих часток

Числові символи	Випробний щуп за IEC 61032	Діаметр проводу щупу, мм	Зусилля, яке прикладають
Перший числовий символ 3 коду IP	C	$2,5_0^{+0,05}$	$3Н \pm 10\%$
Перший числовий символ 4 коду IP	D	$1,0_0^{+0,05}$	$1Н \pm 10\%$

Кінець проводу щупу має бути зрізано під прямим кутом і він не повинен мати задирок.

C-пилонепроникні трансформатори (перший числовий символ 5 коду IP) випробовують у пилоуловлювальній камері, що відповідає рисунку 2 IEC 60529, у якій повітряним потоком порошок тальку утримується у завислому стані; під час випробування вакуумний насос не під'єднують. Вміст порошку в камері повинен становити 2 кг на кубічний метр, порошок тальку треба просіяти через сито з квадратними отворами, номінальний діаметр проволоки якого дорівнює 50 мкм, а номінальна відстань між проволочками 75 мкм; розмір часток порошку повинен бути не менше 1 мкм, при цьому не менше ніж 50 % часток за вагою повинні бути менше 5 мкм. Порошок не слід використовувати більше ніж для 20 випробувань. Випробування проводять таким чином:

- a) Трансформатор підвишують за межами пилоуловлювальної камери і за номінальної потужності доводять до робочої температури;
- b) трансформатор, який працює, вміщують у пилоуловлювальну камеру, якомога менше порушуючи нормальний режим роботи;
- c) двері пилоуловлювальної камери зачиняють ;
- d) вмикають відцентровий вентилятор, за допомогою якого порошок тальку підтримують у завислому стані;
- e) через 1 хв трансформатор вмикають і охолоджують протягом 3 год; порошок тальку залишається в завислому стані.

Примітка. Однохвилинний проміжок часу між увімкненням відцентрового вентилятора та вимкненням трансформатора необхідний для того, щоб упевнитись, що порошок тальку перебуває в завислому стані навколо трансформатора під час першого охолодження, що надзвичайно важливо для маленьких трансформаторів. Трансформатор вмикають у вихідному положенні за переліком а), запобігаючи перегрівання випробувальної камери.

D- пилезахищені трансформатори (перший символ 6 коду IP) випробовують за підпунктом C;

E – краплезахисні трансформатори (другий числовий символ 1 коду IP) протягом 10 хв піддають дії штучної зливи, яку влаштовують пристроєм, поданим на рисунку 3 IEC 60529; струмені води подають вертикально зі швидкістю 3 мм/хв з висоти 200 мм над верхньою частиною трансформатора.

F- краплезахисні трансформатори (другий числовий символ 2 коду IP), які нахилиють під кутом 15° і протягом 10 хв піддають дії штучної зливи, яку влаштовують пристроєм, зазначеним на рисунку 3 IEC 60529; струмені води падають

вертикально зі швидкістю 3 мм/хв з висоти 200 мм над верхньою частиною трансформатора.

G – захищені від дощу трансформатори (другий числовий символ 3 коду IP) протягом 10 хв оббризкують водою з розбризкувача, як зазначено на рисунку 4 IEC 60529.

Радіус розбризкувача має бути якомога меншим і відповідати розміру і положенню трансформатора.

Отвори розбризкувача має бути розміщено так, щоб водяні струмені були спрямовані до центра кола, а тиск води у вхідному отворі розбризкувача досягав 80 кН/м^2 .

Розбризкувач повинен повертатись практично на 120° , на 60° в кожен бік відносно вертикальної осі, при цьому час одного повного обертання ($2 \times 120^\circ$) повинен становити приблизно 4 с.

Трансформатор треба встановити над віссю обертання розбризкувача так, щоб струмені охоплювали його торці. Під час випробування трансформатор повинен обертатися навколо своєї осі як зазначено в IEC 60529.

Через 10 хв трансформатор вимикають і залишають для природного охолодження, продовжуючи оббризкувати його водою ще протягом 10 хв.

H – бризказащищені трансформатори (другий числовий символ 4 коду IP) протягом 10 хв оббризкують водою в будь-якому напрямку за допомогою розбризкувача, як зазначено на рисунку 4 IEC 60529 і підпункту F. Трансформатор має бути встановлено під віссю обертання розбризкувача таким чином, щоб струмені покривали його торці.

Розбрикувач повинен обертатись практично на 360° , по 180° в кожен бік відносно вертикальної осі, при цьому час одного повного обертання ($2 \times 360^\circ$) становить майже 12 с. Під час випробування трансформатор повинен обертатись навколо своєї вертикальної осі згідно з IEC 60529.

Опора для випробуваного пристрою повинна мати форму сітки, щоб виключити її використання як екрана. Через 10 хв трансформатор вимикають і залишають для природного охолодження, продовжуючи оббризкувати ще протягом 10 хв.

I – трансформатори, захищені від впливу струменів води вимикають і зразу ж протягом 15 хв піддають дії водяного струменя, який подають в усіх напрямках із шланга з насадкою, форма і параметри якої передбачено IEC 60529 (рисунок 6). D' дорівнює 6,3 мм. Насадка повинна знаходитись на відстані 3 м від зразка.

Швидкість потоку води має бути 12,5 л/хв.

J- силові трансформатори, захищені від впливу струменів води, вимикають і зразу ж протягом 3 хв піддають дії водяного струменя, який подають в усіх напрямках із шланга з насадкою, форма і параметри якої показано на рисунку 6 IEC 60529. D' дорівнює 12 мм. Насадка повинна знаходитись на відстані 3 м від зразка.

Швидкість потоку води має бути 100 л/хв.

K – водонепроникні трансформатори (другий числовий символ 7 коду IP) вимикають і зразу ж на 30 хв занурюють у воду, при цьому рівень води над верхньою частиною трансформатора повинен досягати не менше як 150 мм, нижня частина трансформатора повинна бути на рівні 1м. Трансформатори утримують у необхідному положенні за допомогою звичайних кріпильних пристроїв.

Примітка. Для трансформаторів, призначених для роботи під водою, таке випробування є недостатнім.

L – герметичні водонепроникні трансформатори (другий числовий символ 8 коду IP) нагрівають або його збудженням або іншими відповідними засобами так, щоб температура його оболонки перевищувала температуру води у випробувальному баці на 5-10°C.

Потому трансформатор вимикають і піддають дії води під тиском, який в 1,3 рази перевищує тиск, відповідний номінальній максимальній глибині занурення, протягом 30 хв.

17.2 Випробування на вологостійкість

Трансформатори повинні бути стійкими до вологи, поява якої можлива за умов нормальної експлуатації.

Відповідність перевіряють випробуванням на вологостійкість, наведеним у цьому підрозділі, за яким зразу ж провадять випробування за розділом 18.

Випробування трансформаторів, призначених для стаціонарного під'єднання до джерела живлення, виконують разом з під'єднаним кабелем, при цьому кабельні вводи залишають відкритими. Якщо отвори виконують виштовхуванням матеріалу, один з них відкривають.

Трансформатори, призначені для використання із зовнішнім гнучким кабелем або шнуром, піддають випробуванню разом з правильно встановленим шнуром і вводами шнура.

Електричні елементи, кришки та інші частини, які можна зняти без допомоги інструменту, знімають і піддають, якщо необхідно, випробуванню на вологостійкість одночасно з основною частиною.

Випробування на вологостійкість провадять у камері вологостійкості з відносною вологістю повітря від 91% до 95%. Температуру повітря у місцях розміщення зразків підтримують за відповідного значення температури t від 20 до 30°C з похибкою 1 °C.

Перед тим, як помістити в камеру вологості, зразок нагрівають до температури $t-(t+4)$ °C.

Зразок витримують у камері протягом:

-двох діб (48 год) для звичайних трансформаторів і трансформаторів зі ступенем захисту IP або нижче;

-семи діб (168 год) для інших трансформаторів.

У більшості випадків допускається доведення зразків до заданої температури, витримуючи їх перед випробуванням на вологостійкість за цієї температури не менше 4 год.

Примітка. Відносну вологість від 91% до 98% може бути досягнуто розміщенням у камері вологості насиченого водного розчину сульфату натрію (Na_2SO_4) або нітрату калію (KNO_3); поверхня випаровування повинна бути достатньо великою. Для створення заданого режиму в камері слід забезпечити постійну циркуляцію повітря; камера повинна бути термічно ізольована.

Після проведення цього випробування та випробувань за розділом 18 трансформатор згідно з вимогами цього стандарту не повинен мати пошкоджень.

18 ОПІР І ЕЛЕКТРИЧНА МІЦНІСТЬ ІЗОЛЯЦІЇ, СТРУМ ДОТИКУ (СПЛИВУ)

18.1 Загальні положення

Опір і електрична міцність ізоляції, струм дотику (спливу) трансформаторів повинні мати встановлені значення.

Відповідність перевіряють випробуваннями за 18.2 – 18.5, які провадять зразу після випробування за 17.2 у камері вологості або в приміщенні після устанавлення на місце тимчасово знятих частин і доведення зразка до заданої температури.

18.2 Опір ізоляції

Опір ізоляції повинен бути не менше зазначеного в таблиці 7.

Вимірювання опору ізоляції провадять за напруги постійного струму приблизно 500 В через 1хв після її прикладання.

Таблиця 7 – Значення опору ізоляції

Випробовувана ізоляція	Опір ізоляції, МОм
Між небезпечними піднапруговими частинами і корпусом:	
-для основної ізоляції;	2
-для посиленої ізоляції.	7
Між первинними та вторинними колами (основна ізоляція)	2
Між первинними та вторинними колами (подвійна або посилена ізоляція)	5
Між кожним первинним колом і всіма іншими з'єднаними первинними колами	2
Між кожним вторинним колом і всіма іншими з'єднаними вторинними колами	2
Між небезпечними піднапруговими частинами та металевими частинами трансформаторів класу II, відокремленими від небезпечних піднапругових частин лише основною ізоляцією	2
Між корпусом трансформаторів класу II і їх металевими частинами, відокремленими від небезпечних піднапругових частин лише основною ізоляцією	5
Між двома накладками з металеві фольги, які прикладено до внутрішньої та зовнішньої поверхонь оболонок з ізоляційного матеріалу трансформаторів класу II	7

18.3 Випробування електричної міцності ізоляції

Безпосередньо після випробування за 18.2 до ізоляції протягом 1 хв прикладають напругу практично синусоїдної форми за номінальної частоти 50/60 Гц. Значення випробної напруги та точки її прикладання наведені в таблиці 8а.

Резистори, конденсатори та інші елементи перед проведенням випробування від'єднують.

Таблиця 8а – Випробні напруги

Точки прикладання випробної напруги ¹⁾	Робоча напруга, В ²⁾				
	<50	150	300	600	1000
1 Між піднапруговими частинами первинних і вторинних кіл (основна ізоляція)	250	1400	2100	2500	2750
2 Між піднапруговими частинами первинних і вторинних кіл (подвійна або посилена ізоляція)	500	2800	4200	5000	5500
3 Для основної або додаткової ізоляції між :	250	1400	2100	2500	2750
а) піднапруговими частинами різної полярності: всередині тієї ж обмотки випробування не провадять (тільки основна ізоляція); крім обмотки випробування провадять;					
б) піднапруговими частинами і корпусом, що заземлюється;					
с) доступними струмопровідними частинами та металевим стрижнем того ж самого діаметру що й гнучкий кабель або шнур, або шнуром (чи металевую фольгою, обмотаною навколо шнура), уведеним у прохідну втулку, захисний пристрій шнура, пристрій для кріплення шнура тощо;					

Кінець таблиці 8а

d) піднапруговими частинами проміжною струмопровідною частиною;					
f) кожним первинним колом і усіма іншими первинними колами, з'єднаними разом.					
4 Через посилену ізоляцію між корпусом і піднапруговими частинами	500	2800	4200	5000	5500

1) Для конструкції згідно з 19.12.3 b) та 26.2.4.1 випробування b) напругу помножують на коефіцієнт 1,25. Для конструкції згідно з 26.2.4.2 напругу помножують на коефіцієнт 1,35.

2) Випробні напруги для проміжних значень робочої напруги визначають інтерполяцією значень цієї таблиці.

Під час випробування ізоляційних матеріалів не повинно бути пробою або перекриття; коронний розряд або подібні явища не враховують. Приклади точок прикладання випробних напруг наведено в додатку N.

Докладна інформація щодо методу випробування, який слід використати, наведено в IEC 61180-1 і IEC 61180-2.

Струм короткого замикання трансформаторів високої напруги, які використовують під час випробування, повинен бути не менший ніж 200 м·А.

Слід вжити заходів, щоб напруга між первинними та вторинними колами, яку прикладають під час випробування, не перевантажувала інші частини ізоляції. Якщо виробник визначив, що між первинними і вторинними колами передбачено подвійну ізоляцію, наприклад, між первинним колом і магнітопроводом і між магнітопроводом і вторинним колом, то кожну ізоляцію випробовують окремо прикладанням випробної напруги за пунктом 3 таблиці 8а. Це ж стосується і подвійної ізоляції між первинним колом і корпусом.

У трансформаторах класу II з посиленою подвійною ізоляцією напруга, прикладена до посиленої ізоляції, не повинна перевантажувати основну або додаткову ізоляцію.

18.4 Ізоляція між і всередині обмоток

Після випробування за 18.3 первинну обмотку трансформатора підмикають на 5 хв до джерела напруги, яка дорівнює двократній номінальній первинній напрузі за частоти, яка дорівнює двократній номінальній частоті живлення. Трансформатор

повинен працювати без навантаження. Під час випробування поліфілярні обмотки, якщо вони є, з'єднують послідовно.

Допускається використання частоти зі значенням, яке перевищує двократне значення частоти живлення, при цьому тривалість живлення в хвилинах дорівнює десятикратній номінальній частоті живлення, поділеній на випробну частоту, але не менше 2 хв.

Під час випробування не повинно бути пробою ізоляції між витками обмотки, первинними та вторинними колами, суміжними первинними та вторинними колами або між обмотками та магнітопроводом.

18.5 Струм дотику і струм захисного провідника

Струм дотику і струм захисного провідника вимірюється так, як зазначено в пункті 18.5.1 та 18.5.2.

Для регульовальних трансформаторів, або трансформаторів, які мають обмотки з відгалуженням, слід обрати найбільш несприятливі умови для встановлення. Для трансформаторів, які мають більше однієї первинної і вторинної обмотки, необхідно обрати найбільш несприятливу комбінацію з'єднань.

Метод вимірювання, поданий у цьому стандарті, базується на припущенні, що обмотки трансформатора сполучаються в зірку системи TN або TT, отже з'єднання здійснюється між лінією (L) і нейтраллю (N). Для інших систем - надані у відповідних частинах IEC 60990.

У разі багатофазних сполучень використовують ту ж саму методику, але вимірювання виконують в одній фазі за визначений період часу. Такі ж обмеження застосовують до кожної фази.

Струм дотику і струм захисного уземлювального провідника вимірюється за навантаженого трансформатора, як зазначено в розділі 14 і вимірювання виконують в усталеному режимі.

Примітка. Щоб уникнути додаткових випробувань, рекомендується виконувати зазначене вимірювання разом з випробуванням на нагрівостійкість, зазначеним в розділі 14.

18.5.1 Струм дотику

Якщо оболонки трансформатора виготовлені з ізоляційного матеріалу, то металева фольга розміром 10×20 см установлюється в контакт з доступними поверхнями і відбувається вимірювання.

У разі використання ізоляційних частин класу II на трансформаторі класу I, струм дотику вимірюють одночасно на двох частинах.

Під час вимірювань використовують випробне коло живлення згідно з рисунком 8. Випробування кола живлення повинно включати розділовий трансформатор і „нейтральний” провідник, під'єднаний до вимірювальної схеми, надійно уземленої з метою безпеки. Для трансформаторів класу II захисний уземлювальний провідник не використовують. Зазначена вимірювальна схема, подана на рисунку 8, є схемою, поданою на рисунку J1 додатку J. Тим не менше, якщо частота перевищує 30 кГц, вимірювання струму дотику може включати вимірювання з урахуванням ефекта електричного запалювання, доповнюючи вимірювання рисунка J1 додатку J. Для ефектів запалювання прикладають невимірне діюче значення струму дотику. Невимірний струм дотику розраховують з діючого значення напруги U , вимірної на виводах резистора 500 Ом як показано на рисунку J1 додатку J.

Вивод електрода А слід прикладати до кожної доступної частини по черзі. Під час кожного прикладання електрода А вивод електрода В слід уземлювати, потому – прикладати до кожної доступної частини по черзі.

Вимірювання:

Струм дотику вимірюють за допомогою вимикача p в обох положеннях і наступних комбінаціях вимірювачів e і i :

- вимикачі p і e у ввімкненому положенні;
- вимикач p у вимкненім положенні і вимикач e - у ввімкненім;
- вимикач p у ввімкненому положенні і вимикач e – у вимкненому.

Під час кожного прикладання електродів А і В і для кожної комбінації вимикачів p , e і i , вимірний струм дотику повинен дорівнювати або бути меншим струму, зазначеного в таблиці 8b.

18.5.2 Струм захисного провідника

Струм захисного провідника вимірюють за допомогою трансформатора, підімкнутого так, як зазначено у розділі 14. Крім того, амперметр з незначним опором (менше 0,5 Ом), під'єднують до уземленого виводу трансформатора і захисного уземлювального провідника.

Струм(и) захисного уземлювального провідника не повинен перевищувати зазначених нижче значень:

Таблиця 8b – Границі для струмів

Струм спливу	Номінальний струм	Максимальна границя (діюче значення)
Струм дотику: Всі трансформатори класу I і II, оснащені вилкою згідно з IEC 60083	-	0,5 мА
Струм захисного провідника: - трансформатори класу 1, оснащені вилкою для однофазної або трифазної мережі зі струмом 32 А, включно - трансформатори класу I, призначені для не рознімних з'єднань	≤ 4 А > 4 А але ≤ 10 А > 10 А ≤ 7 А > 7 але ≤ 20 А > 20 А	2мА 0,5 мА/А 5 мА 3,5 мА 0,5 мА/А 10 мА

Виміряне значення є амплітудним.

Амплітудне значення може переходити в діюче значення, якщо при цьому використовувати осцилоскоп високої якості.

Примітка. Подальше пояснення відносно вимірювання струму дотику і дотику захисного провідника можна знайти в IEC 60990 і IEC 61140 (підрозділ 7.5).

19 КОНСТРУКЦІЯ

19.1 Первинні та вторинні кола згідно з вимогами відповідних стандартів треба розділити ізоляцією, а конструкція повинна унеможливлувати будь-яке з'єднання, як безпосереднє, так і посереднє, через інші металеві частини.

19.2 У конструкції трансформатора не слід використовувати легкозаймисті матеріали, наприклад, целулоїд.

Бавовну, шовк, папір і подібні волокнисті матеріали без просочення не можна використовувати як ізоляцію.

Віск і подібні просочувальні речовини не слід використовувати, якщо не передбачено відповідних заходів, які запобігають їх витіканню.

Відповідність до вимог перевіряють оглядом, а в разі сумніву щодо легкозаймистих матеріалів – випробуваннями розжареною проволокою за 27.3 за 550°C.

Примітка. Ізоляційний матеріал вважають просоченим, якщо проміжки між його волокнами заповнено відповідною ізолювальною речовиною (наприклад, епоксидною смолою, лаком тощо).

Дерево, навіть просочене, не можна застосовувати як додаткову або посилену ізоляцію.

19.3 Переносні трансформатори мають бути стійкими до коротких замикань або безпечними у разі пошкодження.

Відповідність перевіряють оглядом.

19.4 Для трансформаторів класу II мають бути передбачені заходи щодо запобігання контакту між доступними металевими частинами і кабелем або металевим обплетенням проводів живлення.

19.5 Частини трансформаторів класу II, які виконують роль додаткової або посиленої ізоляції та можуть бути не встановлені під час повторного складання після технічного обслуговування, має бути:

-закріплено таким чином, щоб їх не можна було зняти без суттєвого пошкодження;

-сконструйовано таким чином, щоб їх не можна було встановити у неправильному положенні; у випадку, якщо їх не було встановлено під час складання, трансформатор має стати непридатним або має бути очевидним, що він не є укомплектованим.

Відповідність перевіряють зовнішнім оглядом і випробуванням ручним способом.

Примітка 1. Допускається застосування ізоляційних трубок як додаткової ізоляції внутрішніх проводів, якщо їх надійно закріплено.

Примітка 2. Ізоляційну трубку вважають надійно закріпленою, якщо зняти її можна тільки зламавши чи зрізавши, або якщо вона закріплена на обох кінцях.

Примітка 3. Технічне обслуговування трансформатора включає заміну вимикачів, захисних пристроїв і шнурів живлення.

Примітка 4. Покриття металевих кожухів лаком або шаром іншого матеріалу, яке не витримує випробування за 19.10, вважається таким, що не відповідає цим вимогам.

19.6 Трансформатори класу I і II треба сконструювати так, щоб у випадку послаблення кріплення або випадання з нормального положення проводу, гвинта, гайки, шайби, пружини або інших подібних деталей під час нормальної експлуатації вони не змогли зайняти таке положення, за якого шляхи струму спливу, або повітряні проміжки по додатковій чи посиленій ізоляції або відстань між первинними виводами і вторинними виводами могли б зменшитись до значення, що становить менше 50% значення, поданого у розділі 26.

Відповідність до вимог перевіряють зовнішнім оглядом, вимірюванням і випробуванням ручним способом.

Примітка. Згідно з наведеною вище вимогою передбачено, що:

- два незалежних кріплення не будуть послаблені одночасно;

-частини, закріплені гвинтами або гайками зі стопорними шайбами, не буде послаблено за умови, що ці гвинти або гайки не знімають в разі заміни гнучкого кабелю живлення чи шнура, або в процесі технічного обслуговування;

-проводи, з'єднані паянням, не вважають достатньо закріпленими, якщо вони не утримуються поблизу від наконечника проводів у такий спосіб, як зачеплення через отвір;

- безгвинтові затискачі, які відповідають вимогам ІЕС 60998-2-2, вважають такими, що забезпечують відповідне кріплення проводу без додаткових засобів;

-проводи, під'єднані до затискачів, не вважають надійно закріпленими, якщо не передбачено відповідне додаткове кріплення поряд із затискачем; причому в разі багатожильних проводів це додаткове кріплення повинно затискати не тільки жилу, а й ізоляцію;

- вважається маловірогідним випадіння із затискача коротких жорстких проводів, якщо вони залишаються на місці в разі ослаблення гвинта затискача.

19.7 Деталі, що їх приєднують до доступних металевих частин через резистори або конденсатори, має бути ізольовано від небезпечних піднапругових частин подвійною або посиленою ізоляцією.

Відповідність до вимог перевіряють випробуванням подвійної або посиленої ізоляції

19.8 Піднапругові частини, відокремлені подвійною або посиленою ізоляцією, наприклад, доступні металеві частини і корпус, або первинне і вторинне коло, можуть утворити з'єднання „міст” (піднапруговий міст) типу Y2 за допомогою резисторів або конденсаторів, за умови, що вони містять у собі не менше двох окремих складників, повний опір яких навряд чи суттєво зміниться протягом терміну служби трансформатора.

У разі використання резисторів необхідно, щоб вони відповідали вимогам випробування (а) 14.1 ІЕС 60065. Якщо використовуються конденсатори, вони повинні відповідати вимогам ІЕС 60384 – 14.

Якщо два конденсатора використовуються послідовно, вони мають бути розраховані на повну робочу напругу для пари і мати однакове значення номінального ємнісного опору. У випадку, якщо один із складників буде замкнуто накоротко, або розімкнуто, значення, наведені в розділі 9, не повинні бути перевищені.

Крім того, якщо робоча напруга не перевищує 250 В, металеві частини, відокремлені подвійною або посиленою ізоляцією (наприклад, піднапруговими частинами і корпусом або первинним і вторинним колами) можуть під'єднуватися окремим конденсатором Y1, який відповідає вимогам ІЕС 60384-14.

Примітка. Вважається, що конденсатор Y1 має посилену ізоляцію.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом і вимірюванням.

19.9 Ізоляційний матеріал, який відокремлює первинну та вторинну обмотки, і деталі з натуральної або штучної гуми, які використовують як додаткову ізоляцію в трансформаторах класу II, повинні бути стійкими до старіння або мати розміри та бути розташованими так, щоб шляхи струму спливу, навіть у разі появи тріщин, були не менше значень, поданих у розділі 26.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом, вимірюванням, а у випадку сумнівів щодо характеристик старіння гуми – таким випробуванням.

Деталі із гуми піддають старінню у кисневому середовищі під тиском. Дослідні зразки вільно підвищують у кисневому балоні, корисний об'єм якого повинен не менше, ніж у 10 разів перевищувати об'єм зразків. Балон заповнюють промисловим киснем чистотою не менше ніж 97% до створення тиску $(210_0^{+7})\text{Н}\cdot\text{см}^2$.

Дослідні зразки витримують у балоні за температури $(70_0^{+1})^\circ\text{C}$ протягом чотирьох діб (96 год). Відразу ж після цього зразки виймають із балону і витримують за температури навколишнього середовища не менше ніж 16 год, уникаючи прямого попадання променів світла.

Після випробування зразки оглядають: зразки не повинні мати тріщин, помітних неозброєному оку, або в окулярах для коригування зору, але без збільшення.

Примітка. У випадку сумніву щодо матеріалів, крім гуми, допускається проведення спеціального випробування згідно з 14.3 і 26.3.

Застосування кисневого балону становить деяку небезпеку в разі необережного поводження. Має бути вжито всіх заходів для унеможливлення вибуху через випадкове окислення.

19.10 Ізоляційне покриття, яке застосовують для захисту небезпечних піднапругових частин від випадкових дотиків, повинне витримувати такі випробування:

а) Випробування на старіння

Покриття ізоляцією частину піддають впливам, зазначеним у ІЕС 60068-2-2 розділ 1 (випробування 13а) за температури $(70\pm 2)^\circ\text{C}$ протягом семи діб (168 год).

Після цього випробування частину охолоджують до кімнатної температури і оглядають; огляд повинен показати, що покриття не стало крихким і не відшарувалось від основного матеріалу.

б) Випробування на удар

Після того частину протягом 4 год витримують за температури $(10\pm 2)^\circ\text{C}$. По покриттю, яке перебуває під впливом цієї температури, наносять удар молотком із

пружинним пристроєм, який відповідає IEC 60068-75, силою $(0,5 \pm 0,05)$ Дж у кожній найбільш слабкій точці оболонки.

Після випробування покриття не повинно мати пошкоджень. Зокрема, воно не повинно мати тріщин, помітних неозброєному оку або в окулярах для корекції зору, але без збільшення.

с) Випробування методом нанесення подряпин

Частину за максимальної температури, можливої в умовах нормальної експлуатації, піддають випробуванню методом нанесення подряпин. Подряпини наносять розжареним сталевим стрижнем, кінець якого має форму конуса з кутом 40° , радіус округлення кінця – $(0,25 \pm 0,02)$ мм.

Подряпини наносять згідно з рисунком 4, проводячи стрижнем по поверхні із швидкістю 20 мм/с. Зусилля, прикладене вздовж осі стрижня, повинно дорівнювати $(10 \pm 0,5)$ Н. Подряпини наносять на відстані не менше ніж 5 мм одна від одної та від краю дослідного зразка.

Після випробування покриття не повинно мати відшарувань або наскрізних отворів і повинно витримувати випробування на електричну міцність за розділом 18, при цьому випробну напругу прикладають між основним матеріалом і металевою фольгою, яка торкається оболонки.

Примітка. Допускається провадити випробування на окремому дослідному зразку покритої ізоляцією частини.

19.11 Рукоятки, важелі керування, ручки та інші подібні деталі має бути виготовлено з ізоляційного матеріалу або відповідно покрито додатковою ізоляцією чи відокремлено від своїх валів або кріплень цим ізоляційним матеріалом, якщо ці вали та кріплення можуть стати струмопровідними у випадку пошкодження ізоляції.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом; за необхідності, перевіряють відповідність вимогам до додаткової ізоляції.

19.12 Конструкція обмотки

19.12.1 У трансформаторах усіх типів має бути вжито застережних заходів для запобігання:

- значного зміщення первинної чи вторинної обмоток або їхніх витків;
- значного зміщення внутрішніх проводів або проводів для зовнішнього під'єднання;
- значного зміщення частин обмоток або внутрішніх проводів у разі розриву проводів або послаблення з'єднань.

Відповідність перевіряють оглядом і випробуваннями за розділом 16.

Має бути передбачено заходи щодо запобігання зміщенню останнього витка кожної обмотки.

Примітка 1. Прикладами способу запобігання зміщенню можуть бути:

- використання таких засобів, як стрічка, відповідна з'єднувальна речовина або кріплення провідника;
- технологія оброблення.

Примітка 2. За необхідності, для запобігання втратам від вихрових струмів, які виникають у результаті короткого замикання, захисний екран слід установлювати таким чином, щоб обидва його кінці не могли одночасно торкатися один одного та сталюого магнітопроводу.

19.12.2 У разі використання зубчастої стрічки як ізоляції, зубці різних шарів стрічки не повинні збігатися. Для ділянки накладання ізоляції допускається застосування зменшених значень, наведених у таблиці 13, таблиці С.1 і таблиці D.1, якщо накладається один додатковий шар зубчастої стрічки і один додатковий шар стрічки без зубців.

Примітка 1. Приклад наведено на рисунку М 2.1.b).

У разі застосування гільз (гільз без фланця) кінцеві витки кожного шару треба надійно захистити від зміщення.

Примітка 2. Кожен шар, наприклад, можна прошарувати відповідним ізоляційним матеріалом, який виступає за краї кінцевих витків кожного шару, і крім того:

- обмотку(-и) може(-уть) бути просочено(-и) матеріалом, який твердне під час нагрівання або на холоді, щільно заповнює проміжки між шарами й ефективно ізолює кінцеві витки;
- або обмотку(-и) можна утримувати за допомогою ізоляційного матеріалу або завдяки застосовуваній технології.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом і випробуваннями за розділами 16, 17 і 18.

19.12.3 Ізольовані обмотувальні проводи з основною або посиленою ізоляцією повинні відповідати встановленим вимогам.

a) Якщо ізоляція обмотувального проводу виконує роль основної ізоляції у виготовленому намотуванням елементі без додаткової шарової ізоляції:

- ізольований провід (наприклад, поліамідний, або з ізоляцією еквівалентної якості) повинен відповідати вимогам, наведеним у додатку К;
- ізоляція ізольованого обмотувального проводу повинна мати, щонайменше, два шари.

b) Якщо ізоляція обмотувального проводу виконує роль посиленої ізоляції в частині, яку виконано намотуванням:

- ізольований провід (наприклад, поліамідний або з ізоляцією еквівалентної якості) повинен відповідати вимогам, наведеним у додатку К;

- ізоляція проводу повинна мати, щонайменше, три шари;
- ізоляція проходить відповідне випробування на міцність (пункт 18.3), яке відбувається за напруги, помноженої на коефіцієнт 1,25.

У разі намотування ізоляційного обмотувального проводу:

- на металеві або феритні остови;
- на проводи з емалевим покриттям;
- під проводами з емалевим покриттям крім ізоляції, яка відповідає розмірам, зазначеним в таблиці 13, застосовується додаткова ізоляція між ізоляційними проводами і остовом або між ізоляційними проводами і проводами з емалевим покриттям.

Примітка. Ці вимоги враховують механічну напругу, яка виникає в ізольованих обмотувальних проводах.

Виробник повинен наочно підтвердити, що провід у готовому елементі піддавався прийнятно-здавальним випробуванням електричної міцності ізоляції у стовідсотковому об'ємі згідно з додатком К пункт 3.

Для ізольованих обмотувальних проводів не враховуються вимоги відносно шляху струму спливу і повітряних проміжків.

Для забезпечення посиленої ізоляції в обмотках не використовуються числові значення, подані в пункті 2)с) таблиці 13, таблиці С.1 і таблиці D.1.

Відповідність перевіряють за допомогою і описування проводу виробником.

19.13 Рукоятки, важелі, керування й інші подібні деталі має бути закріплено таким чином, щоб вони не відгвинчувались у наслідок нагрівання, вібрації тощо за умов нормальної експлуатації.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом і випробуванням за розділами 14 і 16.

19.14 Кришки, які забезпечують захист від ураження електричним струмом, має бути міцно закріплено. Кріплення повинно бути виконано, щонайменше, за допомогою двох незалежних пристроїв, з яких хоча б один потребує застосування інструменту.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом і випробуванням ручним способом.

Примітка 1. Кришка може містити такі елементи, як паз або обід, що утворюють один з необхідних кріпильних пристроїв.

Примітка 2. Гвинти можна застосовувати як пристрої, які потребують використання інструменту, крім гайок і гвинтів із накаткою, навіть якщо для них передбачено ущільнення.

19.15 Трансформатори, забезпечені штепсельними вилками, призначеними для введення у закріплені штепсельні розетки, не повинні чинити надмірне навантаження на ці розетки.

Відповідність вимогам перевіряють вмикаючи трансформатор, як за умов нормальної експлуатації, у закріплену розетку згідно з IEC 60083, при цьому розетка повинна обертатися навколо горизонтальної осі, що проходить через осьові лінії контактних гнізд на відстані 8 мм позаду лицьової поверхні розетки.

Додатковий крутний момент, який потрібно прикладати до штепсельної розетки для утримання її лицьової поверхні у вертикальному положенні, не повинен перевищувати 0,25 Н·м.

19.16 Переносні трансформатори з номінальною потужністю не більше 200 В·А повинні мати індекс захисту IP 20 і вище. Переносні трансформатори з номінальною потужністю понад 200 В·А, але не більше 2,5 кВ·А (однофазні) або 6,3 кВ·А (багатофазні) повинні мати ступінь захисту IPX4 і вище.

Переносні трансформатори з номінальною потужністю понад 2,5 кВ·А (однофазні) або 6,3 кВ·А (багатофазні) повинні мати ступінь захисту IP21 або вище.

19.17 Трансформатори зі ступенем захисту від IPX1 до IPX6 включно повинні мати дренажний отвір діаметром не менше 5 мм або площею 20 мм² зі сторонами не менше 3 мм.

Дренажний отвір не потрібен, якщо трансформатор разом з обмотками і магнітопроводом повністю заповнено ізолювальним матеріалом.

19.18 Якщо в трансформаторах зі ступенем захисту IPX1 передбачено штепсельні вилки, то їх потрібно виконати як одне ціле з трансформатором.

19.19 Переносні трансформатори класу I, призначені для під'єднання гнучким кабелем або шнуром, повинні бути забезпечені незнімним гнучким шнуром або шнуром з уземлювальним проводом і штепсельною вилкою з уземлювальним проводом і штепсельною вилкою з уземлювальним контактом.

Якщо стаціонарні трансформатори класу I забезпечені незнімним гнучким шнуром або кабелем, кабель або шнур повинен мати захисний уземлювальний провід і штепсельну вилку з уземлювальним контактом.

Відповідність вимогам 19.16 – 19.19 перевіряють оглядом, вимірюванням і випробуваннями за 17.1.

19.20 Піднапругові частини кіл БННН і ЗННН має бути електрично відокремлено одна від одної і від інших кіл. З урахуванням відповідної робочої напруги повинні виконуватись такі вимоги:

-вторинні кола БННН повинні електрично відокремлюватися від усіх кіл за винятком ЗННН і БННН, відокремлених подвійною або посиленою ізоляцією;

-вторинні кола БННН повинні електрично відокремлюватися від інших кіл БННН і ЗННН основною ізоляцією.

Примітка. Ця вимога не виключає уземлення кола ЗННН.

Виконують перевірку на відповідність вимогам 19.20.1 для кіл БННН і 19.20.2 для кіл ЗННН.

19.20.1 Піднапругові частини кіл БННН не треба уземлювати або підмикати до піднапругових частин або захисних проводів, які утворюють частину інших кіл.

Незахищені струмопровідні деталі кіл БННН не треба спеціально приєднувати:

-до землі;

-до захисних проводів або незахищених струмопровідних деталей іншого кола.

Якщо номінальна напруга перевищує 25 В змінного струму або 60 В постійного струму без пульсацій, захист від безпосереднього контакту потрібно забезпечити ізоляцією, яка спроможна витримувати випробну напругу, розраховану на подвійну або посилену ізоляцію згідно з таблицею 8а.

Якщо номінальна напруга не перевищує 25 В змінного струму або 60 В постійного струму без пульсацій, захист від безпосереднього контакту практично не потрібен. Він може знадобитися за певних зовнішніх впливів.

19.20.2 Для кіл ЗННН треба виконувати такі умови.

Захист від безпосереднього контакту має бути забезпечено ізоляцією, розрахованою на випробну напругу для подвійної або посиленої ізоляції згідно з таблицею 8а.

Примітка. Згідно з цими вимогами кола ЗННН має бути заізольовано навіть за напруг нижче 25 В змінного струму або 60 В постійного струму без пульсацій.

Винятком є безпосередньо уземлені піднапругові частини.

19.21 Для кіл ФННН треба вжити таких додаткових заходів забезпечення захисту як від безпосереднього, так і посереднього контакту.

Примітка. Такі умови, наприклад, можуть мати місце, коли коло складається з пристроїв (наприклад, трансформатори, реле, вимикачі з дистанційним керуванням, контактори), ізоляція яких відносно кола вищої напруги є недостатньою.

Захист від посереднього контакту треба забезпечити ізоляцією, розрахованою на мінімальну випробну напругу, необхідну для первинного кола.

19.22 Для трансформаторів класу II захисне уземлення не передбачено.

Проте, надійно встановлені трансформатори класу II, призначені для живлення паралельних кіл, можуть мати затискач усередині оболонки для

забезпечення електропровідності уземлювального проводу, не під'єданого до затискача у трансформаторі, за умови що він відокремлений від доступних металевих частин ізоляцією класу II.

Відповідність перевіряють оглядом.

19.23 Для трансформаторів класу III захисне уземлення не передбачено.

Відповідність перевіряють оглядом.

20 КОМПЛЕКТУВАЛЬНІ ВИРОБИ

Комплектувальні вироби такі, як вимикачі, штепсельні вилки, запобіжники, лампові патрони, конденсатори, гнучкі кабелі та шнури повинні відповідати, наскільки це прийнятно, вимогам відповідних стандартів на конкретні типи виробів.

Комплектувальні вироби, вмонтовані в трансформатор, або такі, які постачають разом з ним, піддають усім випробуванням за цим стандартом, як частину трансформатора.

Відповідність виробу вимогам стандарту на конкретний виріб не завжди гарантує відповідність вимогам цього стандарту.

Випробування цих виробів, в основному, провадять окремо згідно з відповідними стандартами таким чином:

-перевіряють, щоб комплектувальні вироби, на яких зазначено номінальні дані, відповідали умовам (у тому числі за струмом вмикання), що можуть виникнути у трансформаторі. Потім виріб піддають випробуванню згідно з маркуванням, кількість зразків визначають за відповідним стандартом;

-вироби, на яких не зазначено номінальні дані, піддають випробуванню за умов роботи трансформатора, у тому числі і струму вмикання; кількість зразків визначають за відповідним стандартом;

-якщо на певний виріб немає відповідного стандарту, або якщо виріб не використовують за його маркуванням, його піддають випробуванню за умов роботи трансформатора; кількість зразків визначають за аналогічними технічними умовами.

20.1 Штепсельні вилки для основних джерел живлення повинні відповідати IEC 60320 для трансформаторів IPXO і IEC 60320-2-3 або IEC 60309 для інших трансформаторів.

20.2 Блоки автоматичного керування повинні відповідати вимогам IEC 60730 якщо їх не випробовують разом із побутовим приладом (трансформатором).

20.3 Плавкі вставки повинні, наскільки це прийнятно, відповідати вимогам

IEC 60691.

20.4 Вимикачі, які є частиною трансформатора, повинні відповідати додатку F.

Крім того, вимикачі, призначені для від'єднання трансформатора від джерела живлення, повинні роз'єднувати усі полюси і забезпечувати повне роз'єднання за відповідної категорії перенапруги. Вимога щодо роз'єднання усіх полюсів і повного роз'єднання не поширюється на трансформатори, які під'єднують до джерела живлення за допомогою гнучкого шнура живлення і штепсельної вилки, а також на трансформатори, до яких додано інструкцію, яка визначає, що такий пристрій для роз'єднання потрібно вмонтувати у стаціонарну проводку.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом.

20.5 Контактні гнізда у вторинному колі повинні бути такими, щоб вони були несумісні із штепсельними вилками, призначеними для безпосереднього введення у контактне гніздо, передбачене у первинному колі правилами установлення згідно з напругою і частотою.

Штепсельні вилки та контактні гнізда для систем БНН з номінальною напругою повинні відповідати вимогам IEC 60906-3 та IEC 60884-2-4. Проте, штепсельні вилки і контактні гнізда для систем БНН з номінальною напругою $\leq 3A$ і максимальною напругою 24 В змінного струму або 60 В постійного струму і потужністю, яка не перевищує 72 Вт, повинні відповідати таким вимогам:

- не повинно бути можливим введення штепсельних вилок у контактні гнізда інших систем напруги;
- контактні гнізда не повинні бути розраховані на штепсельні вилки інших систем напруги;
- контактні гнізда не повинні мати уземлення.

Примітка. Оскільки IEC 60906-3 охоплює тільки трансформатори з напругою 6.12.24, 48 В, то трансформатори з проміжними напругами повинні витримувати напругу з найближчим високим значенням. Використання інших штепсельних вилок і гнізд допускається тільки для приєднаних трансформаторів.

Штепсельні вилки та контактні гнізда для систем ЗНН повинні відповідати таким вимогам:

- не повинно бути можливим введення штепсельних вилок у контактні гнізда інших систем напруги;
- контактні гнізда не повинні бути розраховані на штепсельні вилки інших систем напруги;
- контактні гнізда не повинні мати уземлення.

Ці вимоги не виключають можливості застосування контактних гнізд із функціональним з'єднувальним контактом.

Штепсельні вилки та контактні гнізда для систем ФНН повинні відповідати таким вимогам:

-не повинно бути можливим введення штепсельних вилок у контактні гнізда інших систем напруги;

-контактні гнізда не повинні бути розраховані на штепсельні вилки інших систем напруги.

Відповідність перевіряють оглядом випробування ручним способом.

20.6 Термовимикачі, плавки вставки, розмикальні пристрої від перевантаження, запобіжники та інші захисні пристрої від перевантаження повинні мати відповідну вимикальну здатність.

Відповідність вимикальній здатності термовимикачів перевіряють випробуваннями за 20.7 і 20.8

Відповідність вимикальній здатності плавких вставок перевіряють відповідним випробуванням за 20.8.

Вимикальна здатність запобіжника має відповідати вимогам відповідного стандарту на запобіжники.

20.6.1 Згідно з вимогами IEC 60127 і IEC 60269 допускається тривале навантаження запобіжників струмом не більше 1,1 номінального значення.

20.7 Термовимикачі повинні відповідати одній з вимог за 20.7.1.1 і 20.7.2 або 20.7.1.2 і 20.7.2

20.7.1. Вимоги згідно з IEC 60730-1

20.7.1.1 Якщо термовимикачі випробовують як окремий виріб, вони повинні відповідати, наскільки це прийнятно, вимогам і випробуванням за 60730-1.

Цей стандарт передбачає таке:

а) термовимикачі повинні бути типу 1 або 2 (6.4 IEC 60370-1);

б) термовимикачі повинні мати, щонайменше, мікророз'єднання (тип 1С або 2С); (6.4.3.3 і 6.9.3. IEC 60730-1) або мікророз'єднання (тип 1В або 2В); (6.4.3.2 і IEC 60730-1);

в) термовимикачі з вимиканням ручним способом повинні мати механізм з вільним розчепленням, у якому контакти без перешкоди розмикаються за короткого замикання (тип 1Е або 2Е); (6.4.3.5 IEC 60730-1);

д) кількість циклів автоматичного спрацьовування повинна бути:

-3000 для термовимикачів з автоматичним повторним вимиканням;

-300 для термовимикачів без автоматичного повторного вмикання, які вертаються у вихідне положення ручним способом без використання інструменту (6.11.10 IEC 60730-1);

-300 для термовимикачів без автоматичного повернення у вихідне положення, які вертаються у вихідне положення у разі вимкнення трансформатора (6.11.10 IEC 60730-1);

-30 для термовимикачів без автоматичного повернення у вихідне положення, які не може бути повернено у вихідне положення ручним способом без інструмента (6.11.11 IEC 60730-1)

е) термовимикачі треба випробовувати як пристрої, розраховані на тривалий вплив електричної напруги на ізоляційні деталі (6.14.2 IEC 60730-1);

ф) характеристики повинні відповідати застосуванню термовимикачів у пристроях з урахуванням:

-номінального режиму роботи (розділ 5 IEC 60730-1)

- класифікації за:

1) джерелом живлення (6.1 IEC 60730-1);

2) типом регульованого навантаження (6.2 IEC 60730-1);

3) ступенем захисту оболонками від проникання твердих часток і пилу (6.5.1 IEC 60730-1);

4) ступенем захисту оболонками від проникання води (6.5.2 IEC 60730-1);

5) ступенем забруднення (6.5.3 IEC 60730-1);

6) порівняльним індексом трекінгостійкості (6.13 IEC 60730-1);

7) межею максимальної температури навколишнього середовища (6.7 IEC 60730-1).

Ці вимоги стосуються трансформаторів за нормальних умов експлуатації, а також під час аварійних режимів (наприклад, коротке замикання виводів).

20.7.1.2. Термовимикачі, призначені для випробування як частина трансформатора:

-повинні мати, щонайменше, мікророз'єднання (тип 1C або 2C) або мікророз'єднання (тип 1B або 2B) за IEC 60730-1, яке витримує випробну напругу згаданого стандарту;

- повинні піддаватися старінню протягом 300 год за температури, яка відповідає температурі середовища навколо термовимикача, коли трансформатор в умовах нормальної експлуатації працює за температури навколишнього середовища 35 °C або за $t_a+10^{\circ}\text{C}$, якщо це доцільно;

-повинні піддаватися певній кількості циклів автоматичного спрацьовування за 20.7.1.1 у разі створення відповідних умов пошкодження трансформатора для термовимикачів, випробовуваних як окремий виріб.

Випробування провадять на трьох зразках.

Примітка. Зразком для цих випробувань є трансформатор з вмонтованим термовимикачем.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом і випробуваннями, які виконують установленим порядком.

Протягом випробування не повинно бути усталеної дуги, а також пошкоджень, зумовлених іншими причинами.

Після випробування термовимикачів трансформатори не повинні мати пошкоджень, зокрема, не повинно бути пошкоджень оболонки, зменшення повітряних проміжків і шляхів струму спливу, послаблення електричних сполучень або механічних кріплень.

20.7.2 Термовимикачі повинні мати достатню вимикальну здатність.

20.7.2.1 До трансформатора без автоматичного повторного вмикання прикладають напругу, яка дорівнює 1,1 номінальної первинної напруги, вторинні затискачі закорочують до спрацьовування термовимикача. Потому припиняють подачу основної напруги доти, поки трансформатор не буде охолоджено приблизно до температури всередині приміщення. Після охолодження трансформатора подача напруги поновлюється (при цьому вторинні затискачі залишаються замкнутими накоротко).

Цей цикл операцій виконується:

-3 рази для трансформаторів без позначення $t_{a \min}$ за температури всередині приміщення $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$;

-3 рази для трансформаторів з позначенням $t_{a \min}$ за мінімальної температури навколишнього середовища.

Після цього циклічного випробування трансформатор вмикають на 48 год на напругу, яка дорівнює 1,1 номінальної первинної напруги, вторинні затискачі замикають накоротко.

20.7.2.2 До трансформаторів з автоматичним повторним вмиканням прикладають напругу, яка дорівнює 1,1 номінальної первинної напруги; при цьому вторинні затискачі замикають накоротко.

Цей процес виконується:

-48 год для трансформаторів без позначення $t_{a \min}$ за температури навколишнього середовища $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$;

-24 год за температури навколишнього середовища $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ і 24 год за мінімальної температури навколишнього середовища для трансформаторів з позначенням $t_{a\text{ min}}$.

Відповідність перевіряють оглядом або проведенням випробувань, зазначених у замовленні.

Під час випробування не повинно виникати усталеної дуги.

Після випробування трансформатор:

-повинен витримати випробування, зазначене у розділі 18:

-не повинен мати пошкоджень згідно з цим стандартом;

-повинен бути працездатном.

20.7.3 Резистори температури посереднього нагрівання з позитивним температурним коефіцієнтом розглядають у цьому стандарті як термовимикачі без автоматичного повторного вмикання.

Відповідність перевіряють таким випробуванням.

Трансформатор вмикають на 48 год (дві доби) на напругу, яка дорівнює 1,1 номінальної первинної напруги, вторинні затискачі замикають накоротко.

Через 48 год трансформатор охолоджують приблизно до температури навколишнього середовища; це випробування повторюють 5 разів за максимальної температури навколишнього середовища; установленої виробником трансформатора.

Випробні цикли повторюють за напруги, яка дорівнює 0,9 номінальної первинної напруги, та мінімальної температури навколишнього середовища, установленої виробником трансформатора.

У тій частині циклу, протягом якого трансформатор перебуває під навантаженням, повинен спрацьовувати резистор з позитивним температурним коефіцієнтом і залишатися у стані більшого опору до вимкнення живлення. Потім трансформатор повинен витримати випробування за розділом 18 і бути працездатним згідно з вимогами цього стандарту .

20.8 Плавкі вставки запобіжника повинні бути випробувані одним з наступних методів

20.8.1 Плавкі вставки запобіжника, які випробовують як окремий виріб, повинні відповідати вимогам і витримувати випробування за IEC 60691.

Плавкі вставки запобіжника випробовують згідно з IEC 60691 і передбачають таке.

Характеристики повинні відповідати застосуванню плавких вставок у пристроях за умов нормальної експлуатації, режиму короткого замикання та навантаження з урахуванням:

- умов навколишнього середовища (6.1 IEC 60691);
- стану кола (6.2 IEC 60691);
- номінального режиму роботи плавкої вставки (розділ 8b) IEC 60691).

Відповідність вимогам перевіряють за IEC 60691, оглядом і проведенням вимірювань.

20.8.2 Якщо плавкі вставки запобіжників випробовують як частину трансформатора, вони:

-повинні бути піддані старінню протягом 300 год за температури, яка відповідає температурі навколишнього середовища, коли трансформатор працює в умовах нормальної експлуатації за температури навколишнього середовища 35°C або $t_a+10^\circ\text{C}$, якщо це доцільно;

- повинні працювати в режимі коротких замикань трансформатора, які зумовляють їх спрацьовування. За цих випробувань не повинно бути усталеної дуги та пошкодження згідно з вимогами цього стандарту;

- повинні витримувати напругу, яка дорівнює двократній номінальній напрузі на роз'єднанні;

-опір ізоляції повинен бути не менше ніж 0,2 МОм у випадку вимірювання за величини, яка дорівнює двократній номінальній напрузі на роз'єднанні.

Випробування повторюють три рази. Пошкодження не допускаються. Це випробування не використовують для трансформаторів, безпечних у разі пошкодження.

Після кожного випробування плавку вставку запобіжника замінюють частково або повністю.

Якщо плавка вставка запобіжника заміні не підлягає, випробування провадять на трьох нових зразках.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом і випробуваннями, які виконують установленим порядком.

20.9 Пристрої з повторним автоматичним вмиканням не слід використовувати, якщо немає впевненості в тому, що спрацьовування таких пристроїв не буде причиною механічного, електричного або іншого пошкодження, які виникають під час їхньої експлуатації і після випробувань.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом.

20.10 Термовимикачі, які може бути поновлено паянням, не слід застосовувати для захисту від перевантаження.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом.

20.11 Пристрої захисту від перевантаження не повинні спрацьовувати у разі вмикання у мережу.

Відповідність вимогам перевіряють таким випробуванням .

До трансформатора без навантаження прикладають напругу, що дорівнює 1,1 номінальної первинної напруги. Потім первинну напругу прикладають 20 разів з проміжком приблизно 10 с або в точці на хвилі напруги, при цьому струм вмикання максимально підвищується.

Примітка. Вмикання і вимикання може виконуватись тільки двічі, якщо пристрій використовують для вмикання за найбільш несприятливих умов.

Джерело живлення повинно бути таким, щоб за струму вмикання падіння напруги не перевищувало 2%.

21 ВНУТРІШНІ ПРОВОДИ

21.1 Внутрішні проводи та електричні сполучення між різними частинами трансформатора потрібно відповідним чином захистити або закрити.

Струмопроводи повинні бути гладенькими і не повинні мати гострих країв, задирок тощо, які можуть спричинити пошкодження ізоляції проводів.

21.2 Отвори в металевих перегородках, через які проходять ізольовані проводи, повинні мати заокруглення країв радіусом не менше 1,5 мм або втулки з ізоляційного матеріалу.

21.3 Неізольовані провідники слід закріпити таким чином, щоб зберігалась відповідна відстань між ними і між провідниками і оболонкою.

Відповідність вимогам 21.1- 21-3 перевіряють оглядом.

21.4 Внутрішні проводи не повинні послаблюватись під час під'єднання зовнішніх проводів до первинних або вторинних затискачів.

Відповідність перевіряють оглядом і випробуванням за 23.3

21.5 Ізольовані проводи, які за нормальних умов експлуатації зазнають впливу температури, яка перевищує максимальні значення, наведені в 14.2, повинні мати ізоляцію з теплостійкого і негігроскопічного ізоляційного матеріалу.

Відповідність перевіряють оглядом і, за необхідності, додатковими випробуваннями; температуру визначають під час випробування за 14.2.

22 ПІД'ЄДНАННЯ ДО ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ, ЗОВНІШНІ ГНУЧКІ КАБЕЛІ АБО ШНУРИ

22.1 Усі кабелі, гнучкі шнури і пристрої під'єднання за розділом 22 повинні мати характеристику струму і напруги, які відповідають номінальним характеристикам трансформаторів, до яких їх під'єднано.

Відповідність перевіряють оглядом.

22.2 Для проводів первинного та вторинного кола слід передбачити окремі вхідні отвори.

Вхідні та вихідні отвори для зовнішніх проводів повинні бути такими, щоб ізоляцію шнура під час уведення не було пошкоджено.

Вхідні та вихідні отвори для гнучких кабелів або шнурів повинні мати ізоляцію або втулки з ізоляційного матеріалу, який не зазнає старіння за умов експлуатації. Форма отворів втулок має унеможливити пошкодження шнура.

Втулки для зовнішніх проводів треба надійно закріпити, щоб під час установлення їх не могли пошкодити.

Втулки, якщо вони є складовою частиною захисного пристрою, не повинні бути виготовлені з натуральної гуми (22.9).

Примітка. Ці вимоги уможливають використання знімних втулок.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом.

22.3 Нерухомо встановлені трансформатори необхідно сконструювати таким чином, щоб після кріплення трансформатора на опорі звичайним способом можна було під'єднати гнучкі або жорсткі провідники зовнішньої проводки.

У трансформаторах, не призначених для постійного вмикання в стаціонарне коло, допускається розташування штепсельного пристрою на первинному боці.

Простір для проводів усередині трансформатора повинен забезпечувати вільне введення та під'єднання провідників, а кришки, за їх наявності, закріплюють так, щоб не пошкодити провідники або їхню ізоляцію.

Зовнішні проводи живлення слід приєднати до затискачів так, щоб їхня ізоляція не доторкалась до небезпечних піднапружених частин, охоплюючи

піднапругові частини вторинних кіл, які мають іншу полярність, ніж полярність відповідного проводу.

Відповідність перевіряють оглядом і випробуванням під час установлення з проводами найбільшого перерізу, які відповідають номінальній пропускній здатності затискачів.

22.4 Для переносних трансформаторів, обладнаних силовими шнурами живлення, довжина шнура має бути:

- не більше 2 м для шнура з перерізом 0,5 мм²;
- понад 2 м для шнура з перерізом, який перевищує 0,5 мм².

Відповідність перевіряють оглядом.

22.5 Силові шнури живлення як для трансформаторів із ступенем захисту IPX0, призначених тільки для внутрішніх установок, так і зі ступенем захисту вище, ніж IPX0 мають бути такими:

-для трансформаторів з масою менше 3 кг силові шнури живлення мають бути більш легкими, ніж шнури у полівінілхлоридній оболонці (кодове позначення 52 за IEC 60227) або звичайні гнучкі шнури у полівінілхлоридній оболонці (кодове позначення 53 за IEC 60245);

-для трансформаторів з масою понад 3 кг силові шнури живлення мають бути не легше, ніж шнури у полівінілхлоридній оболонці (кодове позначення 52 за IEC 60227) або звичайних гнучких шнурів у полівінілхлоридній оболонці (кодове позначення 53 за IEC 60245).

Силові шнури живлення трансформаторів із ступенем захисту понад IPX0 повинні бути не легше, ніж звичайні у полівінілхлоридній оболонці (кодове позначення 57 за IEC 60245), за винятком трансформаторів, призначених лише для внутрішніх установок.

22.6 Силові шнури живлення можуть являти собою комплект шнура та штепсельного пристрою, який відповідає вимогам IEC 60320, за умови, що трансформатор є однофазним переносним трансформатором, первинний струм якого за номінальної потужності не перевищує 16 А.

22.7 Номінальний поперечний переріз зовнішніх гнучких кабелів або шнурів повинен бути не меншим від зазначеного в таблиці 9.

Таблиця 9 – Номінальний поперечний переріз зовнішніх гнучких кабелів або шнурів

Первинний або вторинний струм за номінальної потужності, А	Номінальний поперечний переріз, мм ²
До 3 включ.*	0,50
Більше 3 “ 6 “	0,75
“ 6 “ 10 “	1,00
“ 10 “ 16 “	1,50
“ 16 “ 25 “	2,50
“ 25 “ 32 “	4,00
“ 32 “ 40 “	6,00
“ 40 “ 63 “	10,00

*Допускається застосування як силових шнурів живлення, якщо їх довжина від точки входу шнура або захисного пристрою шнура у трансформатор до входу в штепсельну вилку не перевищує 2м

Примітка. У Японії шнури з номінальним поперечним перерізом 0,5 мм² не допускаються для застосування як зовнішній силовий шнур живлення.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом і проведенням випробувань.

22.8 Силові шнури живлення трансформаторів класу I повинні мати зелено-жовту заізольовану жилу, яку під'єднують до уземлювального затискача трансформатора і до уземлювального контакту штепсельної вилки, якщо він є.

Для силових шнурів живлення однофазних переносних трансформаторів, первинний струм яких за номінальної потужності не перевищує 16 А, має бути передбачено штепсельні вилки за IEC 60083 або IEC 60906-1. Для інших переносних трансформаторів може бути передбачено штепсельні вилки за IEC 60309.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом.

22.9 Приєднання зовнішніх гнучких кабелів або шнурів до трансформаторів повинні бути сполученнями типів X, Y, Z, якщо інше не зазначено вимогами відповідних стандартів.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом і, якщо необхідно, випробуванням ручним способом.

22.9.1 У разі сполучення типу Z оболонка трансформатора, відлита разом із зовнішнім гнучким кабелем або шнуром, не повинна впливати на ізоляцію шнура.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом.

22.9.2 Конструкція вхідних отворів, їхня форма і прохідні втулки повинні унеможливити пошкодження захисних покриттів зовнішніх гнучких кабелів або шнурів, що вводяться.

Ізоляція між провідником і оболонкою повинна складатись з ізоляції провідника і додатково:

- основної ізоляції у трансформаторах класу I;
- подвійної або посиленої ізоляції у трансформаторах класу II.

Примітка 1. Захисне покриття зовнішнього гнучкого кабеля або шнура, еквівалентне, щонайменше, покриттю шнура, яке відповідає вимогам IEC 60227 або IEC 60245, розглядають як основну ізоляцію.

Примітка 2. Прокладку або втулку з ізоляційного матеріалу в металевій оболонці вважають додатковою ізоляцією, якщо вона відповідає певним вимогам.

Примітка 3. Оболонку з ізоляційного матеріалу розглядають як посилену ізоляцію, у цьому випадку в застосуванні двох самостійних ізоляцій нема необхідності.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом і випробуванням ручним способом

22.9.3 Прохідні втулки:

- повинні мати форму, яка запобігає пошкодженню зовнішнього гнучкого кабеля або шнура;
- повинні бути надійно закріплені;
- не повинні зніматись без інструменту;
- не повинні бути з природної гуми, крім випадку, коли вони становлять одне ціле з гумовим покриттям зовнішнього гнучкого кабеля або спеціального шнура для сполучень типу X, а також типів Y і Z у трансформаторах класу I.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом і випробуванням ручним способом.

22.9.4 Трансформатори з шнурами, які переміщуються під час експлуатації, слід сконструювати так, щоб шнур було певним чином захищено від надмірного вигину в місці його приєднання до трансформатора. Пристрої захисту шнура, якщо вони є, треба виготовити з ізоляційного матеріалу та надійно закріпити.

Відповідність перевіряють поданим нижче випробуванням, яке виконують на пристрої з коливальним елементом, зображеним на рисунку 7.

Частину трансформатора з вхідним отвором для шнура, захисним пристроєм шнура, за його наявності, і зовнішнім гнучким кабелем або шнуром прикріплюють до коливального елемента таким чином, щоб вісь шнура у точці його входу у захисний пристрій або вхідний отвір була розташована вертикально і проходила через вісь коливання в момент проходження коливальним елементом половини свого шляху.

Центральна вісь перерізу плоских шнурів має бути паралельною осі коливання.

До шнура прикладають таке зусилля:

- 10 Н для шнурів з поперечним перерізом більше 0,75 мм²;
- 5 Н для інших шнурів.

Подану на рисунку 7 відстань А між віссю коливання та місцем входу захисного пристрою шнура в трансформатор треба відрегулювати таким чином, щоб під час здійснення коливальним елементом повної амплітуди коливань переміщення шнура в горизонтальній площині було мінімальним.

Колівальний елемент переміщують під кутом 90° (по 45° з кожного боку вертикальної осі), при цьому кількість вигинів для сполучення типу Z становить 20 000, для інших типів – 10 000. Частота вигинів 60 раз/хв.

Примітка 1. Винти – це одне переміщення під кутом 90°.

Усі шнури, за винятком плоских, і під'єднані до них деталі після виконання половини вигинів повертаються на 90°.

Під час випробування провідники навантажують максимальним номінальним струмом кола за номінальної напруги.

Примітка 2. Струм не протікає через уземлювальний провідник.

Випробування не повинно призвести до:

- короткого замикання між провідниками;
- розірвання понад 10% жил будь-якого провідника;
- відривання провідника від затискача;
- ослаблення захисного пристрою шнура;
- пошкодження шнура або захисного пристрою шнура згідно з вимогами цього стандарту;
- появи розірваних жил, які пробивають ізоляцію і стають доступними.

Примітка 3. До жил належать також уземлювальні провідники.

Примітка 4. Вважають, що коротке замикання між жилами шнура сталося, якщо струм перевищує величину, яка дорівнює двократному номінальному максимальному струму кола.

22.9.5 Стационарні трансформатори із зовнішнім гнучким кабелем або шнуром живлення та переносні трансформатори повинні мати такі пристрої для кріплення шнура, щоб проводи у трансформаторі не зазнавали натягу та скручування, а їхню ізоляцію було захищено від стирання.

У сполученні типу Х у переносних трансформаторах не можна застосовувати сальники як пристрої для кріплення шнурів, якщо не передбачено затискачі для кабелів і шнурів усіх типів і розмірів, які можна використовувати як гнучкі кабелі або шнури. Недозволено такі способи виготовлення кріплень як литво, зав'язування шнура вузлами або перев'язування кінців мотузкою; лабіринти або аналогічні засоби

дозволено застосовувати за умови, що буде чітко зазначено спосіб установлення зовнішнього гнучкого кабеля або шнура.

У сполученнях типу X пристрої для кріплення шнурів слід сконструювати або розмістити таким чином, щоб:

- було легко здійснити заміну кабеля або шнура;

- було зрозуміло, як виконано захист від натягу і скручування;

- вони підходили для різного типу під'єднувальних шнурів, якщо тільки трансформатор не сконструйовано таким чином, що можна застосовувати шнур тільки одного типу;

- увесь гнучкий шнур з покриттям, за його наявності, можна було встановити у пристрої для кріплення шнурів;

- вони не пошкоджували шнур і не пошкоджувались під час затягування або послаблення за умов нормальної експлуатації;

- не був можливим дотик шнуром до затяжних гвинтів пристроїв для кріплення, якщо ці гвинти є доступні або електрично під'єднані до доступних металевих частин.

Для сполучення типу X із спеціальним шнуром і сполучень типів Y та Z жили зовнішнього гнучкого кабеля або шнура має бути ізольовано від доступних металевих частин ізоляцією, яка відповідає вимогам до основної ізоляції трансформаторів класу I і додаткової ізоляції трансформаторів класу II.

Ізоляція може складатися із:

- окремої ізоляційної перегородки, яку прикріплено до пристрою кріплення шнура;

- спеціальної прокладки, прикріпленої до шнура;

- оболонки шнура для трансформаторів класу I.

У сполученні типу X із спеціальним шнуром і типу Y пристрої кріплення шнура слід сконструювати таким чином, щоб:

- заміну зовнішнього гнучкого кабеля або шнура провадили згідно з вимогами цього стандарту;

- увесь гнучкий кабель або шнур з покриттям, якщо він є, можна було встановити у пристрої кріплення шнурів;

- вони не пошкоджували шнур і не пошкоджувались під час затягування або послаблення за умов нормальної експлуатації;

- шнур не торкався затискних гвинтів пристроїв кріплення, якщо ці гвинти доступні або електрично під'єднані до доступних металевих частин.

Відповідність перевіряють оглядом і наступним випробуванням.

У сполученні типу Х, за винятком під'єднання спеціальним шнуром, трансформатор обладнують відповідним зовнішнім гнучким кабелем або шнуром. Жили кабеля або шнура вводять до затискачів, гвинти яких, за їх наявності, затягують настільки, щоб вони не могли легко змінювати своє положення. Пристрій кріплення шнура готують до випробування звичайним способом: затискні гвинти затягують крутним моментом, який дорівнює $2/3$ визначеного в таблиці 11. Спочатку випробування провадять із найлегшими типами шнурів з найменшою площею поперечного перерізу, зазначеного в таблиці 9, а потім з важчим шнуром із найбільшим зазначеним поперечним перерізом, якщо тільки трансформатор не сконструйовано таким чином, що застосовується шнур тільки одного типу.

У сполученні типу Х із спеціальним шнуром і сполучень типів Y і Z трансформатор випробовують з приєднаним шнуром. Не допускається проштовхування шнура у трансформатор настільки, щоб це призвело до пошкодження шнура або внутрішніх частин трансформатора.

Потім шнур піддають 25 натягуванням, значення яких подано у таблиці 10. Натягування виконують у найбільш несприятливому напрямку без ривків, кожне натягування триває 1 с.

Відразу після цього до шнура протягом 1 хв прикладають крутний момент, значення якого подано у таблиці 10.

Таблиця 10 – Натяг і крутний момент, які прикладають до зовнішнього гнучкого кабеля або шнура

Маса трансформатора, кг	Сила натягу, Н	Крутний момент, Н·м
До 1 включ.	30	0,10
Понад 1 " 4 "	60	0,25
" 4	100	0,35

Під час випробування шнур не повинен бути пошкоджений.

Після випробування шнур не повинен бути зміщений у поздовжньому напрямку більше ніж на 2 мм, жили не повинні бути зміщені у затискачах більше ніж на 1 мм; у з'єднаннях не повинно бути значного натягу.

Шляхи струму спливу та повітряні проміжки не повинні бути менше значень, поданих у розділі 26.

Для вимірювання поздовжнього зміщення перед випробуванням на натягнутому шнурі роблять позначку на відстані приблизно 20 мм від місця кріплення шнура або іншої відповідної точки.

Після випробування вимірюють зміщення позначки на шнурі щодо місця кріплення або іншої точки, шнур при цьому повинен бути натягнутий.

22.9.6 Простір усередині трансформатора для кабелів живлення або зовнішнього гнучкого кабеля або шнура, який передбачено як його додаткова частина для приєднання:

а) до стаціонарної проводки та сполучення типу X або Y:

-повинен забезпечувати можливість перевірки правильного під'єднання і розміщення проводників перед установленням кришки, за її наявності;

-повинен забезпечувати можливість установлення кришок, за їх наявності, без ризику пошкодження провідників або їхньої ізоляції;

-у переносних трансформаторах повинен бути таким, щоб неізольований кінець жили, якщо вона вільно виходить із затискача, не міг торкатися доступних металевих частин, за винятком сполучень типу X і Y; у шнурів мають бути наконечники, які не повинні вільно ковзати по жилі шнура;

б) до стаціонарної проводки і додатково до сполучення типу X:

-повинен бути достатнім для вільного введення жил і їх з'єднання;

-повинен бути таким, щоб кришки, за їх наявності, які забезпечують доступ до затискачів для зовнішніх провідників, можна було зняти тільки за допомогою інструмента.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом і випробуванням ручним способом.

23 ЗАТИСКАЧІ ДЛЯ ЗОВНІШНІХ ПРОВОДІВ

23.1 У затискачах трансформаторів, призначених для постійного під'єднання до стаціонарної проводки, і у затискачах інших трансформаторів, за винятком трансформаторів із зовнішніми гнучкими шнурами для сполучення типу Y або Z, має бути передбачено з'єднання гвинтами, гайками, або іншими рівноцінними способами.

Затискачі, які є невід'ємною частиною трансформатора, повинні відповідати вимогам IEC 60999 – 1 з урахуванням умов роботи трансформатора.

Інші затискачі мають бути:

-перевірені за IEC 60998-2-1, IEC 60998-2-2 або IEC 60947-7-1 і повинні застосовуватись згідно з маркуванням, або

-перевірені за 60999-1 в умовах роботи трансформатора.

У трансформаторах із сполученням типу Х для зовнішніх проводів допускаються паяні з'єднання за умови, що закріплення провода в його положенні виконано не тільки паянням; закріплення необов'язкове, якщо передбачено перегородки для того, щоб у разі обривання провода в місці паяння шляхи струму спливу та повітряні проміжки між небезпечними піднапруговими й іншими металевими частинами не зменшувались до значень менших ніж 50% від зазначених у розділі 26.

У трансформаторах із сполученням типу Y і Z для зовнішніх проводів дозволено з'єднання паянням, зварюванням, обтисненням і аналогічні з'єднання.

У трансформаторах класу II для збереження положення проводу слід виконати його закріплення на додаток до з'єднань, виконаних паянням, обтисненням або зварюванням; закріплення необов'язкове, якщо передбачено перегородки, за яких у разі обривання проводу у місці паяння чи зварювання або його вислизання із обтискного з'єднання шляхи струму спливу і повітряні проміжки між небезпечними піднапруговими частинами не могли зменшуватись до значень менше 50% від поданих у розділі 26.

Примітка. Підвішування проводу за допомогою «скоби» перед місцем паяння звичайно вважають прийнятним способом закріплення жил гнучкого кабеля або шнура за умови, що отвір, через який проходить жила, не є надмірно великим.

23.2 Затискачі для сполучень типу Х із спеціальним шнуром і типу Y і Z повинні відповідати своєму призначенню.

Відповідність вимогам 23.1 і 23.2 перевіряють оглядом і натягуванням з'єднання із зусиллям 5Н безпосередньо перед випробуванням за 14.2.

23.3 Затискачі, за винятком застосовуваних у сполученнях типу Y або Z, слід закріпити так, щоб під час затягування або послаблення затискного пристрою вони не зрушувались і внутрішня проводка не піддавалась натягуванню, а шляхи струму спливу та повітряні проміжки не були менше значень, поданих у розділі 26.

23.4 Затискачі, за винятком застосовуваних у сполученнях типу Y або Z, слід сконструювати таким чином, щоб провід був затиснутий між металевими поверхнями з достатнім контактним тиском; при цьому провід не повинен бути пошкоджений.

Відповідність вимогам 23.3 і 23.4 перевіряють оглядом і вимірюванням після десятиразового затягування й ослаблення проводу з найбільшим поперечним перерізом, що відповідає пропускній здатності приєднуваного затискача, причому прикладений крутний момент повинен складати 2/3 зазначеного у розділі 25.

Примітка. Застосування заливальної маси без використання інших способів закріплення вважається недостатнім. Проте допускається застосування самотужавних смол для закріплення затискачів, які під час нормальної експлуатації не піддаються крутінню.

23.5 Затискачі для під'єднання до стаціонарних проводів і затискачі для сполучень типу X треба розташувати поряд з відповідними затискачами різної полярності та уземлювальним затискачем, за його наявності.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом.

23.6 Панелі затискачів і аналогічні пристрої не повинні бути доступні без інструмента, навіть якщо їхні небезпечні піднапругові частини недоступні.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом і випробуванням ручним способом.

23.7 Затискачі або наконечники проводів у трансформаторах із сполученням типу X потрібно розташувати або закрити так, щоб у разі обривання жили багатожильного проводу після під'єднання проводів не виникло небезпеки контакту між піднапруговими та доступними металевими частинами, а в трансформаторах класу II – між піднапруговими та металевими частинами, які відокремлено від доступних металевих частин тільки додатковою ізоляцією.

Відповідність перевіряють наступним випробуванням.

Кінець гнучкого проводу, номінальний переріз якого зазначено у розділі 22, зачищають від ізоляції на ділянці завдовжки 8 мм. Одна жила багатожильного проводу залишається вільною, інші жили повністю вводять і закріплюють у затискачі.

Вільну жилу проводу згинають в усіх можливих напрямках без крутих вигинів навколо перегородок таким чином, щоб ізоляція не проривалась. Вільна жила проводу, з'єднаного із затискачем, який перебуває під напругою, не повинна торкатися будь-якої металевої частини, з'єднаної з доступною металевою частиною; у трансформаторах класу II вона не повинна торкатись будь-якої металевої частини, відокремленої від доступних металевих частин тільки додатковою ізоляцією. Вільна жила проводу, з'єднана із затискачем уземлення, не повинна торкатися піднапругових частин.

23.8 Затискачі без затисних планок, струм яких перевищує 25 А, повинні мати, щонайменше, два затисних гвинти.

Відповідність перевіряють оглядом.

23.9 Приєднувальні гвинти на відміну від гвинтів затискача для під'єднання захисних заземлювальних проводів, не повинні торкатися доступних металевих частин. Для трансформаторів класу II вони також не повинні торкатись металевих

частин, відокремлених від доступних металевих частин основною або посиленою ізоляцією тільки тоді, коли гвинти ослаблені, наскільки це можливо.

Відповідність перевіряють оглядом під час проведення випробування за 23.2.

24 УЗЕМЛЕННЯ

24.1 Доступні металеві частини трансформаторів класу I, які можуть опинитися під напругою у разі пошкодження ізоляції, треба надійним способом приєднати до захисного уземлювального затискача трансформатора.

Трансформатори класу II не уземлюють. Відповідність до вимог перевіряють оглядом.

Примітка. Доступні металеві частини відокремлені від небезпечних піднапругових частин металевими частинами, під'єднаними до затискача уземлення подвійною або посиленою ізоляцією, зважаючи на наведену вище вимогу, не розглядають як частини, які можуть опинитися під напругою у разі пошкодження ізоляції.

24.2 Захисні затискачі уземлення, призначені для під'єднання до стаціонарних проводів, затискачі уземлення із сполученням типу X повинні відповідати вимогам розділу 23. Кріпильні деталі затискачів уземлення треба відповідним чином захистити від випадкового ослаблення; ослаблення деталей повинно бути можливим тільки за допомогою інструмента.

Відповідність перевіряють оглядом, випробуванням ручним способом і випробуваннями за розділом 23.

Примітка. Деякі затискачі, особливо затискачі опорного типу, можуть вимагати спеціальних пристосувань, наприклад, достатньо пружних деталей, які неможливо зняти під час необережного поводження.

24.3 Усі елементи затискача уземлення повинні унеможливлувати корозію внаслідок контакту з міддю проводу уземлення або будь-яким іншим металом, який торкається цих елементів.

Якщо корпус затискача уземлення є частиною каркасу або оболонки, виготовленої з алюмінію або алюмінієвого сплаву, слід ужити заходів, які б не допустили виникнення корозії у разі контактування міді з алюмінієм або його сплавами.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом.

Корпус затискача уземлення, якщо він не є частиною металевої опори або оболонки, слід виготовити з латуні або іншого металу з достатньою корозійною

стійкістю; у цьому випадку гвинти або гайку має бути виготовлено з латуні або іншого металу, достатньо стійкого до корозії.

24.4 З'єднання між уземлювальним затискачем і частинами, приєднаними до нього, повинно мати мінімальний опір.

Відповідність перевіряють наступним випробуванням.

Струм, який дорівнює 1,5 номінального первинного струму або 25 А, за більшою величиною, одержаний від джерела змінного струму, напруга неробочого ходу якого не перевищує 12 В, пропускають протягом 1 хв від затискача уземлення по черзі до кожної з доступних металевих частин.

Примітка 1. Номінальний первинний струм визначають відношенням номінальної потужності до номінальної первинної напруги або для багатофазних трансформаторів – множенням номінальної первинної напруги на \sqrt{n} ; n - кількість фаз.

Падіння напруги вимірюють поміж уземлювальним затискачем і доступною металевою частиною; опір розраховують за значенням струму та падінням напруги.

Опір не повинен перевищувати 0,1 Ом.

У випадку сумнівних результатів через 1 хв випробування продовжують до настання усталеного режиму.

Примітка 2. Слід звернути увагу на те, щоб перехідний опір між кінцем вимірювального щупу і випробуваною металевою частиною не впливав на результати випробування.

Примітка 3. Опір кабеля або шнура живлення, якщо його застосовують для зручності проведення випробування, не враховують під час вимірювання.

Примітка 4. Магнітопроводи трансформаторів зі ступенем захисту IP00 вважають недоступними.

24.5 У трансформаторах класу I із зовнішніми гнучкими кабелями або шнурами розміщення затискачів або довжина проводів між вузлом кріплення шнура та затискачами повинні бути такими, щоб у разі вислизання шнура із кріплення струмовідні проводи перед уземлювальним проводом натягувались.

25 ГВИНТИ ТА З'ЄДНАННЯ

25.1 Електричні та механічні гвинтові з'єднання повинні бути стійкими до механічних впливів за нормальної експлуатації.

Гвинти, які забезпечують електричний контакт, і гвинти з номінальним діаметром менше 2,8 мм, затягування яких може виконувати споживач, треба вгвинчувати в металеву частину.

Гвинти не можна виготовляти з м'якого металу або металу, який має плинність, такого як цинк або алюміній.

Гвинти з ізоляційного матеріалу не слід застосовувати для електричних з'єднань.

Гвинти не можна виготовляти з ізоляційного матеріалу, якщо у випадку їх заміни на металевий гвинт може бути пошкоджено основну ізоляцію між первинними і вторинними колами, додаткову або посилену ізоляцію; гвинти, які можна зняти під час заміни силового шнура живлення, також не слід виготовляти з ізоляційного матеріалу, якщо у випадку їх заміни металевим гвинтом може бути пошкоджено основну ізоляцію.

Відповідність вимогам перевіряють оглядом; відповідність гвинтів і гайок, які забезпечують електричний контакт, або гвинтів і гайок, які можуть загвинчуватися і відгвинчуватися споживачем, перевіряють за допомогою такого випробування.

Загвинчують і відгвинчують:

-10 разів гвинти для введення у нарізь з ізоляційного матеріалу;

-5 разів гайки і інші гвинти.

Гвинти для введення у нарізь з ізоляційного матеріалу кожного разу повністю відгвинчують і загвинчують.

Під час випробування гвинтів і гайок для затискачів гнучкий кабель або шнур найбільшого перерізу, поданого у таблиці 9, закріплюють у затискачі. Кожного разу перед загвинчуванням гвинти встановлюють у початковому положенні.

Випробування провадять відповідною викруткою або гайковим ключем із прикладанням крутного моменту, зазначеного у відповідних графах таблиці 11:

а) для металевих гвинтів без головки для загвинчування врівень.....I;

б) для інших металевих гвинтів і гайокII;

с) для гвинтів з ізоляційного матеріалу:

- із шестигранною головкою, діаметр вписаного кола якої перевищує зовнішній діаметр нарізі

або

-із циліндричною головкою і гніздом під ключ, діаметр вписаного кола гнізда становить не менше 0,83 зовнішнього діаметру нарізі, або

- із головкою, яка має паз або хрестоподібні пази, довжина яких більше ніж у 1,5 рази перевищує зовнішній діаметр нарізі.....II;

d) для інших гвинтів з ізоляційного матеріалу.....III.

Таблиця 11 – Крутний момент, який прикладають до гвинтів і з'єднань

Номинальний діаметр гвинта, мм					Крутний момент, Н·м		
					I	II	III
	До	2,8	включ.		0,20	0,4	0,40
Понад	2,8	“	3,0	“	0,25	0,5	0,50
“	3,0	“	3,2	“	0,30	0,6	0,60
“	3,2	“	3,6	“	0,40	0,8	0,60
“	3,6	“	4,1	“	0,70	1,2	0,60
“	4,1	“	4,7	“	0,80	1,8	0,90
“	4,7	“	5,3	“	0,80	2,0	1,00
“	5,3	“	6,0	“	-	2,5	1,25

Після кожного послаблення гвинта або гайки провід переміщують.

Під час випробування не повинно бути пошкодження, яке б зашкодило подальшому використанню гвинтів у гвинтових з'єднаннях.

Примітка 1. До гвинтів і гайок, затягування яких може виконувати споживач, належать гвинти, які використовують під час заміни шнура живлення для сполучення типу X.

Примітка 2. Форма паза викрутки, яку використовують під час випробування, повинна відповідати головці гвинта. Гвинти і гайки слід загвинчувати без ривків.

25.2 Довжина нарізки гвинта, який загвинчується у нарізь з ізоляційного матеріалу, повинна бути не менше 3 мм плюс 1/3 номінального діаметра гвинта або 8 мм за меншою величиною.

Необхідно забезпечити правильне введення гвинта в отвір нарізі або гайку.

Відповідність перевіряють оглядом і випробуванням за 25.1; при цьому крутний момент збільшують в 1,2 рази порівнено з наведеним значенням.

Примітка. Вимогу щодо правильного введення гвинта вважають виконаною, якщо введення гвинта під нахилом унеможливлено, наприклад, за допомогою прямої, установленної на закріплюваній деталі, виїмкою на внутрішній нарізі або застосуванням гвинта, у якого знято початкові витки нарізі.

25.3 Електричні з'єднання слід розташовувати так, щоб контактний тиск не передавався крізь ізоляційний матеріал, за винятком кераміки або чистої слюди, коли металеві частини не мають достатньої еластичності для компенсації можливого зсідання або деформації ізоляційного матеріалу.

25.4 Гвинти з крупною нарізкою (гвинти з тонколистового металу) не можна застосовувати для з'єднання піднапружених частин, крім випадку, коли гвинти притискають частини безпосередньо одна до одної і мають відповідний блокувальний пристрій.

Самонарізні гвинти не слід застосовувати для з'єднання піднапругових частин, за винятком того, коли вони нарізують стандартну нарізь. Проте їх може загвинчувати або відгвинчувати споживач або персонал, який виконує установлення трансформатора, крім того, коли нарізь нарізано на частині деталі, попередньо виготовленої штампуванням.

Самонарізні гвинти та гвинти з крупною нарізкою можна застосовувати для забезпечення неперервності уземлення, коли за нормальної експлуатації не виникає необхідності у порушенні з'єднання і якщо для кожного з'єднання використовують не менше двох гвинтів.

Відповідність вимогам за 25.3 і 25.4 перевіряють оглядом.

25.5 Гвинти, які забезпечують механічне з'єднання між різними частинами трансформаторів, має бути захищено від ослаблення, якщо з'єднання є струмопровідним або утворює частину захисного уземлювального кола.

Заклепки, які використовують для піднапругових з'єднань, слід захистити від ослаблення, якщо за нормальної експлуатації ці з'єднання зазнають скручування.

Відповідність перевіряють оглядом і випробуванням ручним способом.

Примітка 1. Пружинні шайби й аналогічні деталі можуть забезпечувати достатній захист.

Примітка 2. Стрижень заклепок некруглої форми або відповідний паз можуть забезпечити достатній захист.

Примітка 3. Заливальна маса, яка розм'якшується під час нагрівання, забезпечує задовільне кріплення тільки тих гвинтових з'єднань, які за нормальної експлуатації не зазнають скручування.

25.6 Загвинчувані сальники слід піддавати такому випробуванню.

Загвинчувані сальники встановлюють на циліндричному металевому стрижні, діаметр якого менше внутрішнього діаметра ущільнення і дорівнює цілому числу, найближчому по значенню розміру внутрішнього діаметра ущільнення. Потім сальники затягують відповідним гайковим ключем, при цьому зусилля, подане в таблиці 12, прикладають до гайкового ключа протягом 1 хв у точці, яка знаходиться на відстані 250 мм від осі сальника.

Таблиця 12 – Випробування сальників крутним моментом

Діаметр випробного стрижня, мм	Зусилля, Н	
	Металеві сальники	Сальники з формувального матеріалу
До 14 включ.	25	15
Понад 14 " 20 "	30	20
" 20	40	30

Після випробування не повинно бути ознак пошкодження трансформатора та сальників.

26 ШЛЯХИ СТРУМУ СПЛИВУ, ПОВІТРЯНІ ПРОМІЖКИ ТА ВІДСТАНІ КРІЗЬ ІЗОЛЯЦІЮ

26.1 Шляхи струму спливу, повітряні проміжки та відстані крізь ізоляцію не повинні бути менше від значень, наведених у таблиці 13 для ізоляційних матеріалів групи IIIa (IEC 60664-1).

Відповідність перевіряють вимірюванням за 26.2 і 26.3.

Примітка 1. Значення для матеріалів групи I і II наведено в додатках C і D.

Примітка 2. Значення, наведені в таблиці 13, таблицях C.1 і D.1, використовують тільки для частоти до 30 кГц включно.

Шляхи струму спливу та повітряні проміжки вимірюють за встановлених кабелів живлення та шнурів для під'єднання до стаціонарної проводки, а також шнурів для сполучення типу X, при цьому проводи максимального та мінімального розміру повинні відповідати пропускній здатності затискача.

Для сполучення типу X із спеціальним шнуром і сполучення типу Y або Z використовують кабель живлення та шнури у тому вигляді, у якому їх поставляють.

У разі застосування зубчастої стрічки шляхи струму спливу та повітряні проміжки визначають за умов збігання зубців у різних шарах.

Примітка 4. Схеми з прикладами методів вимірювання шляхів струму спливу та повітряних проміжків наведено в додатку A.

Примітка 5. Схеми з прикладами точок вимірювання шляхів струму спливу та повітряних проміжків наведено в додатку P.

Примітка 6. Випробування, необхідні для визначення класифікації матеріалів, докладно подано в додатку G.

Примітка 7. У таблицях 13, C.1 і D.1 враховано перенапруги категорії II для основної ізоляції і категорії III для подвійної або посиленої ізоляції.

Значення для друкованих плат, пошкодження яких може бути небезпечним, зважаючи на вимоги цього стандарту, повинні відповідати незменшеним значенням для піднапружених частин, наведеним у таблицях 13, C.1 і D.1 за винятком того, коли друкована плата відповідає вимогам IEC 60664 – 3.

Якщо забруднення створює високу і стійку провідність, яку спричиняє, наприклад, провідний пил, дощ або сніг, шляхи струму спливу та повітряні проміжки, визначені

для ступеня забруднення 3, треба збільшити на мінімальний повітряний проміжок 1,6 мм і значення X, яке за додатком А дорівнює 4,0 мм.

26.2 Шляхи струму спливу (шсс) і повітряні проміжки (пп)

Значення струму спливу і повітряних проміжків подані в таблицях 13, С.1 і D.1

26.2.1 Обмотки, покриті стрічкою з клейким шаром

Шляхи струму спливу обмоток, покритих стрічкою з клейким шаром, прикріпленою до фланців каркасу, визначають уздовж поверхні стрічки і встановлюють ступінь забруднення 1 (P1) за умови, що:

- усі ізоляційні матеріали класифіковано за IEC 60085 та IEC 60216;

- випробування електричної міцності ізоляції імпульсною напругою за 4.1.1.2.1

IEC 60644-1 виконано;

- випробування А за 26.2.3 виконано.

Задання розмірів повітряних проміжків не потрібно.

26.2.2 Ізоляційні частини із неклеючої речовини

У разі застосування як ізоляційного шару перегородки із неклеючої речовини шляхи струму спливу вимірюють по з'єднанню. Якщо з'єднання покрите клейкою стрічкою, яка відповідає IEC 60454, для зниження ризику жолоблення стрічки у процесі виготовлення трансформатора на кожному боці перегородки потрібен один шар клейкої стрічки.

Використовувані матеріали класифікують відповідно за IEC 60085 і IEC 60216.

Значення, наведені для ступеня забруднення 1(P1), не додаються.

26.2.3 Ізоляційні частини з клейкої речовини.

Для трансформаторів, частини яких склеєно або герметично ущільнено для захисту від проникнення пилу та вологи, значення мінімальних шляхів струму спливу та повітряних проміжків у з'єднанні не задають. У цьому випадку використовують лише значення відстані крізь ізоляцію. При цьому застосовують випробування електричної міцності імпульсною напругою за 4.1.1.2.1 IEC 60664-1).

Використовувані матеріали класифікують згідно з IEC 60085 і IEC 60216.

Для перевірки ступеня герметизації, просочення або склеювання деталей провадять одне з наступних випробувань:

Випробування А

Щоб перевірити, чи склеєно частини, необхідні три спеціально підготовлені зразки, в яких обмотувальні проводи замінено на неізольовані проводи без просочення або заливання. Обмотки слід виготовити таким чином, щоб

унеможливити пробій у будь-якому місці між первинною та вторинною обмотками, крім склеєного з'єднання, яке піддають випробуванню.

Зразки десятикратно піддають впливу таких температурних циклів:

-68 год за найбільшої температури обмотки $\pm 2^{\circ}\text{C}$, виміряної за нормальних умов експлуатації, плюс 10 К за мінімальної температури 85°C ;

-1 год за $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$;

-2 год за $0^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$;

-1 год за $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Потім два з трьох зразків піддають вологому обробленню за 17.2 (48 год) і випробуванню на електричну міцність згідно з 18.3 за напруги, збільшеної у 1,35 рази.

У кінці останнього періоду випробування на нагрівання за максимальної температури один з трьох зразків піддають випробуванню на електричну міцність згідно з 18.3 за напруги, збільшеної у 1,35 рази.

Примітка. Щоб упевнитись у тому, що пробій станеться у випадку несклеєних між собою поверхонь, випробна напруга, яку прикладають до склеєних частин зразків, повинна бути вища нормальних випробних напруг.

26.2.4 Закриті частини трансформаторів (наприклад, просочені або залиті герметиком)

26.2.4.1 Мінімальні шляхи струму спливу трансформаторів, частини яких склеєно або герметично ущільнено для захисту від проникання пилу та вологи і витримують подані нижче випробування, дорівнюють зменшеним значенням, наведеним для ступеня забруднення 1(P1). У цьому випадку застосовують випробування за 4.1.1.2.1. IEC 60644-1.

Значення для повітряних проміжків не використовуються.

Використовувані матеріали класифікують згідно зі стандартами IEC 60085 і IEC60216.

Для перевірки ступеня герметизації, просочування або склеювання деталей провадять одне з наступних випробувань:

Випробування В:

Щоб перевірити, чи склеєно частини, необхідні три спеціально підготовлені зразки.

Для частин, де використовується просочення або герметизація, міцність перевіряють випробуванням електричної міцності зразків безпосередньо на з'єднанні.

Зразки десятикратно піддають впливу температурних циклів у такій послідовності:

- 1 год за $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$;
- 2 год “ $0^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$;
- 1 год “ $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Протягом кожного циклу випробування на нагрівання напругу, яка у два рази не перевищує робочу напругу за 50 або 60 Гц, прикладають між обмотками у точках прикладання напруги зі зменшеними значеннями. Потім два з трьох зразків піддають вологому обробленню за 17.2 (48 год) і випробуванню на електричну міцність згідно з 18.3 за напруги, збільшеної у 1,25 рази.

Один з трьох зразків піддають випробуванню на електричну міцність за 18.3 безпосередньо в кінці останнього періоду за максимальної температури під час випробування на нагрівання та збільшеної у 1,25 рази випробної напруги.

26.2.4.2 Для трансформаторів, частини яких закрито, або герметично ущільнено для захисту від проникнення пилу та вологи і які витримують подані нижче випробування, значення мінімальних шляхів струму спливу і повітряних проміжків не задають. Використовують лише значення відстаней крізь ізоляцію. В цьому випадку застосовують випробування електричної міцності імпульсною напругою за 4.1.1.2.1 IEC 60664-1.

Для перевірки ступеня герметизації, просочення або склеювання деталей провадять одне з наступних випробувань.

Випробування С:

Щоб перевірити чи склеєно частини, необхідні три спеціально підготовлені зразки.

Для частин, у яких ізоляційний компаунд утворює тверду ізоляцію між струмопровідними частинами, використовують готові частини. В ізоляційному компаунді не повинно бути тріщин чи пустот.

Зразки десятикратно піддають впливу температурних циклів в такій послідовності:

-68 год за найбільшої температури обмотки $\pm 2^{\circ}\text{C}$, виміряної за нормальної експлуатації, плюс 10 К за мінімальної температури 85°C ;

- 1 год за $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$;
- 2 год за $0^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$;
- 1 год за $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Протягом кожного циклу випробування на нагрівання напругу, яка у два рази перевищує робочу напругу за 50 або 60 Гц, прикладають між обмотками у точках прикладання напруги зі зменшеними значеннями.

Потім два з трьох зразків піддають вологому обробленню за 17.2 (48 год) і випробуванню на електричну міцність згідно з 18.3 за випробної напруги, збільшеної в 1,35 рази.

Один з трьох зразків піддають випробуванню на електричну міцність за 18.3 в кінці останнього періоду за максимальної температури під час випробування на нагрівання та збільшеної в 1,35 раз напруги.

26.3 Відстань крізь ізоляцію (вкі)

Відстань крізь ізоляцію задають для додаткової, подвійної або посиленої ізоляції тільки як показано у квадратних дужках у пунктах 2b, 2c і 7 таблиць 13.C.1 і D.1.

Ізоляція повинна відповідати класифікації матеріалів, зазначеній в IEC 60085 і IEC 60216 випробування 14.3.

Примітка. Вважають, що матеріал має відповідну механічну міцність і стійкість до старіння у разі підтвердження випробуваннями за 14.3.

Встановлені відстані крізь ізоляцію не слід розуміти як відстані тільки крізь тверду або тонколистову ізоляцію.

Вони можуть складатись із товщини твердої або тонколистової ізоляції плюс один або декілька повітряних шарів.

26.3.1 Для твердої ізоляції необхідні значення у таблицях позначені індексом ⁴⁾. Для матеріалів, які класифіковані за IEC 60085 і IEC 60216, може використовуватись відстань крізь ізоляцію, збільшена на 0,4 з мінімальним значенням 0,2 мм для посиленої ізоляції і 0,1 мм для додаткової ізоляції з робочою напругою понад 25 В у разі виконання випробування за 14.3.

26.3.2 Ізоляція має форму тонкого листа і складається, щонайменше, з трьох шарів (які розділяються або не розділяються).

-Якщо шари ізоляції не розділяються (склеєні):

необхідно три шари;

весь композитний матеріал повинен витримати випробування оправки за 26.3.3 (на 150 Н);

необхідні значення для відстані крізь ізоляцію 13, C.1 і D.1 позначено індексом ⁵⁾;

-Якщо шари розділяються:

необхідно два шари, а для ізоляції із застосуванням зубчастої стрічки необхідно один додатковий шар (зубчастого типу) і один додатковий шар без зубців (наприклад, приклеєний).

кожен шар повинен витримувати випробування оправки за 26.3.3 з тяговим зусиллям 50 Н);

необхідні значення для відстаней крізь ізоляцію таблиць 13, С.1 і D.1 позначено індексом ⁵⁾.

-Якщо шари ізоляції розділювані (альтернативні):

необхідно не менше трьох шарів, а для ізоляції із застосуванням зубчастої стрічки потрібен один додатковий шар (зубчастого типу) і один шар без зубців (наприклад, приклеєний);

2/3 кількості шарів повинні відповідати вимогам до випробування оправки за 26.3.3 (з тяговим зусиллям 100 Н);

необхідні значення для відстаней крізь ізоляцію, подані у таблицях 13, С.1 і D.1, позначені індексом ⁵⁾.

Примітка. Додаткова ізоляція необхідна у разі застосування як ізоляції зубчастої стрічки; припускається, що зубці різних шарів співпадають.

Для матеріалів, які класифіковано за IEC 60085 і IEC 60216 не ставлять вимог щодо відстаней крізь ізоляцію, якщо проводять випробування за 14.3.

Значення у квадратних дужках, подані в таблицях 13, додатку С і таблиці С.1, додатку D і таблиці D.1 (пункти 2 і 7) застосовують таким чином:

-для трансформаторів із номінальною вихідною потужністю більше 100 В·А значення, наведені у квадратних дужках, застосовують без зміни;

-для трансформаторів із номінальною вихідною потужністю від 25 В·А до 100 В·А включно значення у квадратних дужках може бути зменшено до 2/3 їхньої величини;

-для трансформаторів із номінальною вихідною потужністю менше 25 В·А значення у квадратних дужках може бути зменшено до 1/3 їхньої величини.

26.3.3 Для проведення випробування оправки виробник повинен надати три окремих зразки з тонких листів завширшки 70 мм.

Під час випробування випробний зразок із тонких листів закріплюють, як показано на рисунку 6, на оправці, виготовленій із сталі з відшліфованою поверхнею і нікелевим або латунним покриттям.

Металеву фольгу (алюмінієву або мідну) завтовшки $(0,035 \pm 0,005)$ мм розташовують упритул до поверхні зразка та піддають натягуванню зусиллям 1Н.

Металеву фольгу розташовують таким чином, щоб її краї були на відстані 20 мм від країв зразка; у кінцевому положенні фольга повинна охоплювати краї оправки, на яких міститься зразок, не менше ніж на 10 мм.

До вільного кінця зразка відповідним затискним пристроєм прикладають:

-для зразка, який складається з кількох шарів, що не роз'єднуються, тягове зусилля 150 Н;

-для зразка, який складається з 2/3 розділяємих шарів (зубчастого або незубчастого типу) тягове зусилля 100 Н;

-для зразка, який складається з одного шару (зубчастого або незубчастого типу) тягове зусилля 50 Н.

Зразок три рази повільно повертають без ривків уперед і назад на 230° . Якщо зразок під дією затискного пристрою під час обертання руйнується, випробування повторюють. Якщо один або декілька зразків руйнуються у будь-якому іншому місці, вважають, що вони не витримали випробування. Як тільки оправка займе кінцеве положення, між оправкою і металевою фольгою протягом 1 хв прикладають випробну напругу згідно з 18.3;

-для зразка, який складається, щонайменше, з трьох розділяємих шарів, проводять випробування напругою не менше 5 кВ або випробування напругою згідно з 18.3, збільшеною на 1,35 рази за більшою величиною;

-для зразка, який складається з 2/3 розділяємих шарів, проводять випробування напругою не менше 5 кВ або випробування напругою згідно з 18.3, збільшеною на 1,35 рази за більшою величиною.

Під час випробування не повинно бути пробою або іскрового перекриття; ефект корони й аналогічні явища не враховують.

Таблиця 13 – Шляхи струму сливу (шсс), повітряні проміжки (пп) та відстані крізь ізоляцію (вкі)
Матеріали групи IIIa ($175 \leq \text{ПІТ} < 400$)

Примітка. Ця таблиця подана на кількох сторінках. Зноски і примітки поміщені в кінці таблиці.
ПІТ – порівнювальний індекс трекінгостійкості

	Тип ізоляції	Вимірювання		Робоча напруга ²⁾ , В														
				Крізь емаль обмотки ¹⁾		Не крізь емаль обмотки		≥ 25 ≤ 50		100		150		300		600		100
		P ₁	P ₃	P ₂	P ₃	пп	шсс	пп	шсс	пп	шсс	пп	шсс	пп	шсс	пп	шсс	пп
1 Ізоляція між первинними і вторинними колами (основна ізоляція)	а) Шляхи струму сливу та повітряні проміжки між піднапруговими частинами первинних і вторинних кіл			x		0,2	1,2	0,51	1,4	1,5	1,6	3,0	3,0	5,5	6,0	8,0	10,0	
					x	0,8	1,9	0,8	2,2	1,5	2,5	3,0	4,7	5,5	9,5	8,0	16,0	
		x				0,2	1,2	0,2	1,4	0,5	1,6	1,5	3,0	3,0	6,0	5,5	10,0	
			x			0,8	1,9	0,8	2,2	0,8	2,5	1,5	4,7	3,0	9,5	5,5	16,0	
						-	0,18	-	0,25	-	0,3	-	0,7	-	1,7	-	3,2	
	Зменшені значення за 26.2 (P1)																	
б) Відстань крізь ізоляцію між первинними або вторинними колами й уземленим металевим екраном						ВКІ		ВКІ		ВКІ		ВКІ		ВКІ		ВКІ		
	x	x	x	x	Немає вимог до товщини													

Продовження таблиці 13

	с) Відстань крізь ізоляцію між первинним і вторинними колами	x	x	x	x	Немає вимог до товщини											
2 Ізоляція між первинними і вторинними колами (подвійна або посилена ізоляція)	а) шляхи струму сливу та повітряні проміжки між піднапруговими частинами первинних і вторинних кіл			x		0,5	1,4	1,5	2,0	3,0	3,0	5,5	6,0	8,0	12,	14,0	20,
					x	0,8	2,2	1,5	3,2	3,0	4,7	5,5	9,5	8,0	19,2	14,0	32,4
		x				0,5	1,4	0,5	2,0	1,5	3,0	3,0	6,0	5,5	12,0	8,0	20,0
			x			0,8	2,2	0,8	3,2	1,5	4,7	3,0	9,5	5,5	19,2	8,0	32,0
					-	0,25	-	0,4	-	0,7	-	1,7	-	4,0	-7,5		
	б) Відстань крізь ізоляцію між первинними або вторинними колами й уземленим металевим екраном за 26.3					вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі
		x	x	x	x	0,1 ⁴⁾	0,2 ⁴⁾	0,25 ⁴⁾	0,5 ⁴⁾	0,7 ⁴⁾	1,0 ⁴⁾	1,5 ⁴⁾	2,0 ⁴⁾				
						[0,05] ⁵⁾	[0,07] ⁵⁾	[0,08] ⁵⁾	[0,16] ⁵⁾	[0,19] ⁵⁾	[0,25] ⁵⁾						
	с) Відстань крізь ізоляцію між первинним і вторинним колами за 26.3	x	x	x	x	0,2 ⁴⁾	0,3 ⁴⁾	0,5 ⁴⁾	1,0 ⁴⁾	1,5 ⁴⁾	2,0 ⁴⁾						
						[0,1] ⁵⁾	[0,1] ⁵⁾	[0,15] ⁵⁾	[0,5] ⁵⁾	[0,4] ⁵⁾	[0,5] ⁵⁾						

Продовження таблиці 13

3 Ізоляція між суміжними первинними колами або між суміжними вторинними колами ³⁾⁷⁾	Шляхи струму опливу і повітряні проміжки	x		x		0,2	1,2	0,2	1,4	0,2	1,6	0,5	3,0	1,5	6,0	3,0	10,0
			x		x	0,8	1,9	0,8	2,2	0,8	3,1	0,8	4,7	1,5	9,5	3,0	16,0
	Зменшені значення за 26.2					-	0,18	-	0,25	-	0,3	-	0,7	-	1,7	-	3,2
4 Шляхи струму спливу та повітряні проміжки між затискачами для приєднання зовнішніх кабелів і шнурів, за винятком шляхів струму спливу та повітряних проміжків між гвинтовими затискачами для первинних і вторинних кіл	a) До 6 А включно	x	x	x	x	3,0	3,6	4,0	6,0	9,0	12,5						
	b) понад 6 А до 16 А включ.	x	x	x	x	5,0	6,0	7,0	10,0	13,0	16,0						
	c) понад 16 А	x	x	x	x	10,0	11,0	12,0	14,0	17,0	20,0						

Продовження таблиці 13

5 Основна та додаткова ізоляція ⁸⁾ між:	a) піднапруговими частинами з різною полярністю			x	0,2	1,2	0,5	1,4	1,5	1,6	3,0	3,0	5,5	6,0	8,0	10,0
	b) піднапруговими частинами та корпусом, якщо його призначено для під'єднання до захисного уземлювального пристрою;			x	0,8	1,9	0,8	2,2	1,5	2,5	3,0	4,7	5,5	9,5	8,0	16,0
	c) доступними металевими частинами та металевим стрижнем такого самого діаметра, як і гнучкий кабель або шнур (або металеву фольгою, яку обмотано навколо шнура) уведеним у прохідну втулку, пристрій для кріплення шнурів і аналогічні пристрої;	x				0,2	1,2	0,2	1,4	0,5	1,6	1,5	2,9	3,0	6,0	5,5

Продовження таблиці 13

	d) піднапруговими частинами та проміжною металевою частиною; e) проміжними металевими частинами та корпусом. Зменшені значення за 26.2(P1)		x		0,8	1,9	0,8	2,2	0,8	2,5	1,5	4,7	3,0	9,5	5,5	16,0	
					-	1,18	-	0,25	-	0,3	-	0,7	-	1,7	-	3,2	
6 Посилена або подвійна ізоляція:	- між корпусом і піднапруговими частинами, або якщо вимагає стандарт (крім ізоляції між первинною і вторинною обмотками)		x		0,5	1,4	1,5	2,0	3,0	3,0	5,5	6,0	8,0	12,0	14,0	20,0	
				x	0,8	2,2	1,5	3,2	3,0	4,7	5,5	9,5	8,0	19,2	14,0	32,0	
		x			0,2	1,4	0,5	2,0	1,5	3,0	3,0	6,0	5,5	12,0	8,0	20,0	
			x		0,8	2,2	0,8	3,2	1,5	4,7	3,0	9,5	5,5	19,2	8,0	32,0	
	- між корпусом і піднапруговими частинами вторинного кола, якщо вони додатково захищені від впливу перехідних напруг	x		x		0,2	1,4	0,2	2,0	0,5	3,0	1,5	6,0	3,0	12,0	5,5	20,0
			x		x	0,8	2,2	0,8	3,2	0,8	4,7	1,5	9,5	3,0	19,2	5,5	32,0

Кінець таблиці 13

	Зменшені значення за 26.2 (P1)					-	0,25	-	0,4	-	0,7	-	17	-	4,0	-	7,5
7 Відстань крізь ізоляцію	а) основну ізоляцію ⁸⁾	x	x	x	x	Вимоги до товщини не порушуються											
	б) додаткову ⁸⁾					вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі						
		x	x	x	x	0,1 ⁴⁾	0,15 ⁴⁾	0,25 ⁴⁾	0,5 ⁴⁾	0,75 ⁴⁾	1,0 ⁴⁾						
					[0,05] ⁵⁾	[0,05] ⁵⁾	[0,08] ⁵⁾	[0,15] ⁵⁾	[0,20] ⁵⁾	[0,25] ⁵⁾							
	в) посилену (крім ізоляції між первинним і вторинним колами)					0,2 ⁴⁾	0,3 ⁴⁾	0,5 ⁴⁾	1,0 ⁴⁾	1,5 ⁴⁾	2,0 ⁴⁾						
					[0,1] ⁵⁾	[0,1] ⁵⁾	[0,15] ⁵⁾	[0,3] ⁵⁾	[0,4] ⁵⁾	[0,5] ⁵⁾							

¹⁾ Вимірювання крізь емаль обмотувального проводу, якщо провід відповідає, щонайменше, марці 1 за IEC 60317.

²⁾ Шляхи струму спливу, повітряні проміжки та відстані крізь ізоляцію для проміжних значень робочих напруг може бути визначено інтерполяцією значень, наведених у таблиці. Для робочих напруг менше 25 В значення не потрібні, тому що випробування за напругою за таблицею 8а) вважається достатнім.

³⁾ Значення не застосовують:

- до ізоляції всередині кожної обмотки або між групами з'єднаних обмоток за умови, що вводи обмоток мають однакову напругу;

- якщо робоча напруга не перевищує 300 В і обмотувальні проводи відповідають, щонайменше, марці 1 за IEC 60317, навіть у випадку обмоток, призначених для послідовного або паралельного з'єднання (наприклад, первинна напруга 110/220 В)

⁴⁾ Для твердої ізоляції

⁵⁾ Для ізоляції, яка складається з трьох шарів

⁶⁾ Якщо між первинною та вторинною обмотками потрібна подвійна ізоляція, загальна товщина крізь ізоляцію повинна бути такою, як зазначено в пункті 2 перелік с) незалежно від того, чи виміряно її безпосередньо чи крізь металеві частини.

⁷⁾ За ізоляції між колами БННН, ННН та ЗННН значення цієї колонки можуть переміщатися в 6 або 7 колонку (згідно з 19.1)

⁸⁾ У разі фізичного пробію основної чи додаткової ізоляції, товщину ізоляції додають до повітряного проміжку.

Примітка 1. Для матеріалів групи II див. додаток С, а для матеріалів групи I – додаток D.

Примітка 2. P1=ступеню забруднення 1; P2=ступеню забруднення 2; P3=ступеню забруднення 3.

Примітка 3. Якщо у графі таблиці цифру замінено дефісом, це означає, що значення не потрібне.

Примітка 4. Мінімальні значення повітряного проміжку в цій таблиці вживають у разі установлення вище 2000 м над рівнем моря.

27 ТЕПЛОСТІЙКІСТЬ, ВОГНЕТРИВКІСТЬ І ТРЕКІНГОСТІЙКІСТЬ

Для частин, раніше випробуваних згідно з відповідними стандартами ІЕС, вимоги та випробування, які мають однаковий рівень жорсткості з цими вимогами, нижче зазначені випробування можна не провадити

27.1 Теплостійкість

Зовнішні доступні частини з ізоляційного матеріалу повинні бути теплостійкими.

Ці випробування не стосуються частин з натуральної чи штучної гуми, які повинні випробовуватись згідно з 19.9. Зокрема, ці вимоги не розповсюджуються на частини з кераміки.

Відповідність перевіряють піддаючи оболонки й інші зовнішні частини з ізоляційного матеріалу випробуванню на вдавлювання кулькою згідно з 27.1.2 за допомогою пристрою, зображеного на рисунку 5.

Випробування не провадять для кабелів і невеличких з'єднувальних пристроїв з номінальним струмом ≤ 3 А і номінальною напругою ≤ 24 В змінного струму і потужністю не вище 72 Вт.

Випробування провадять у термошафі за особливої температури, поданої нижче.

Примітка 1. Подробиці випробування на вдавлювання кулькою за допомогою пристрою подано в ІЕС 60965-10-2.

Призначені для випробування частини розташовують горизонтально, стальну кульку діаметром 5 мм вдавлюють у поверхню із зусиллям 20 Н.

Через 1 год кульку видаляють, потім зразок протягом 10 с охолоджують приблизно до температури навколишнього середовища, зануривши у холодну воду. Діаметр відбитка від вдавлювання кульки не повинен перевищувати 2 мм.

27.1.1 Зовнішні доступні частини з ізоляційного матеріалу

Зовнішні доступні частини з ізоляційного матеріалу повинні бути вогнетривкими.

Відповідність перевіряють за допомогою зазначеного нижче випробування.

Випробування провадять за температури $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ або за температури $(T + 15 \pm 2)^\circ\text{C}$, де Т-температура відповідних частин під час випробування за 14.2 за більшою величиною.

Температуру відповідних частин вимірюють по найбільш нагрітій точці, яка звичайно знаходиться всередині оболонки.

Примітка 1. Стала величина 15°C є межею безпеки.

27.1.2 Внутрішні частини

Внутрішні частини з ізоляційного матеріалу, які утримують струмопровідні частини, повинні бути вогнетривкими.

Відповідність перевіряють за допомогою зазначеного нижче випробування.

Випробування провадять за температури $(125\pm 2)^\circ\text{C}$ або температури $(T+15\pm 2)^\circ\text{C}$, де T-температура відповідних частин під час випробування за 14.2 за більшою величиною.

Примітка 1. Стала величина 15°C є межею безпеки.

Примітка 2. Для частин, виготовлених з кераміки. для котушок і для скла випробування не провадять.

27.2 Вогнетривкість у разі перегрівання за умов пошкодження

Частини з ізоляційного матеріалу в оболонці трансформаторів зі ступенем захисту IP20 або вище не повинні бути джерелом займання навіть у випадку перегрівання або загоряння внаслідок пробою ізоляції між обмотками в трансформаторі, також не повинні бути доступними небезпечні піднапругові частини.

Відповідність перевіряють випробуванням за 27.2.1 і 27.2.2. Зокрема, це випробування не стосується безпечних під час пошкодження трансформаторів, тому що воно зазначено у 15.5.

Для цього випробування потрібні один чи два додаткові спеціально підготовлені зразки, які мають короткозамкнуту(-і) обмотку(-и) або виведені назовні з'єднувальні проводи, які виконують функцію обмотки.

Якщо випробування провадять на трансформаторі, який має термозахисний пристрій у первинному колі, накоротко замикають вторинну обмотку і навпаки.

Якщо випробування провадять на трансформаторі, який має термозахисний пристрій на первинних і вторинних колах, накоротко замикають кожен обмотку двох зразків.

Закорочування виконують усередині обмоток. Якщо є кілька обмоток закорочування виконують в обмотці, яка знаходиться в термічному віддаленні від теплового контролю.

Кількість витків, призначених для закорочування, у відсотках, приблизно дорівнює напрузі короткого замикання, яку виражено у відсотках від номінальної первинної напруги. Напругу короткого замикання слід вибрати так, щоб до трансформатора у ненавантаженому стані за температури навколишнього середовища прикладалась напруга, яка дорівнює 1,1 номінальної первинної напруги і щоб вхідна потужність (Вт) дорівнювала номінальній потужності. Допуск $\pm 20\%$. Під час випробування регулювання напруги не виконують.

27.2.1 Переносні трансформатори розміщують на опорі з фанери, пофарбованій у матово-чорний колір згідно з 14.2.

Стаціонарні трансформатори, не призначені для внутрішнього устанавлення, устанавлюють на фанерній опорі, пофарбованій у матово-чорний колір згідно з 14.2, у найбільш несприятливому положенні, яке можливе за умов нормальної експлуатації.

Коли вертикальне положення або положення під час установа на стелі є найбільш несприятливим для застосування, стаціонарний трансформатор і опору поміщають у таке положення на (200 ± 5) мм над відрізком білої соснової дошки завтовшки приблизно 10 мм, укритій одним шаром цигаркового паперу.

Під час випробування первинні кола треба захистити запобіжником або вимикачем, номінальний струм якого в 10 разів вищий ніж номінальний струм трансформатора, але не менший ніж 16 А.

Трансформатор разом із захисними пристроями, якщо їх застосовують, випробовують як зазначено вище, протягом 15 днів без навантаження. У результаті випробування може бути чітко виражено обрив кола. Якщо після закінчення цього періоду не відбувається обрив кола, джерело живлення вимикають.

У трансформаторах із пристроями самоповертання у вихідне положення всі захисні пристрої замикають накоротко.

Якщо пристрій без самоповертання у вихідне положення або знімний захисний пристрій, за його наявності, розриває коло, джерело живлення вимикають і трансформатор залишають для охолодження на 2 год. Потім захисний пристрій повертають у вихідне положення або замінюють, вмикають джерело живлення, поки пристрій не перерве коло або не відбудеться обрив кола у трансформаторі. Якщо немає обривів кола в трансформаторі, провадять 30 циклів випробування з пристроєм із самоповертанням у вихідне положення або 10 циклів у разі змінних пристроїв. Кожний цикл полягає в поданні живлення на трансформатор доти, доки захисний пристрій не перерве коло, потім джерело живлення вимикають на 2 год.

Під час випробування не повинно бути полум'я, трансформатор не повинен бути джерелом займання суміжних деталей. Температура опору не повинна перевищувати 125°C . Якщо стаціонарний трансформатор поставлено у вертикальне положення або прикріплено до стелі, не повинно бути займання тонкого паперу або пропалювання соснової дошки.

27.2.2 Після випробування за 27.2.1 і охолодження до температури навколишнього середовища:

a) трансформатори з чітко визначеним обривом первинного кола повинні витримувати випробування на електричну міцність; при цьому випробна напруга повинна становити 35% від значення, наведеного в таблиці 8а, розділ 18;

b) трансформатори, у яких після циклічного випробування не відбувається чітко визначеного обриву кола, повинні витримувати випробні напруги за таблицею 8а, розділ 18.

У трансформаторі з індексом захисту IP20 не повинно бути отворів, через які стаціонарний випробний палець міг би торкатись небезпечних піднапругових частин без

прикладання значних зусиль. У разі сумніву контакт із небезпечними піднапруговими частинами визначають за допомогою електричного контакту індикатора; при цьому напруга повинна бути не менше 40 В. Якщо хоча б один зразок не витримує випробування, усе випробування вважають незадовільним.

27.3 Вогнетривкість

Деталі трансформатора з ізоляційного матеріалу, використовувані для фіксації піднапругових частин, повинні бути стійкими до перегрівання та вогню.

Ці вимоги не стосуються декоративних оздоблень, ручок та інших частин усередині трансформатора, які не загоряються.

Відповідність вимозі перевіряють, піддаючи частини з ізоляційного матеріалу випробуванню розжареним проводом згідно з IEC 60695-2-10 і уточненим у додатку Е цього стандарту.

Випробування провадять на укомплектованому трансформаторі. Якщо це неможливо, використовують спеціальний зразок випробуваної деталі.

Якщо для випробування необхідно зняти частини оболонки або відповідну деталь трансформатора, слід упевнитись у тому, що стандартні випробні умови не відрізняються значною мірою від умов нормальної експлуатації; це стосується форми, вентиляції, теплових впливів, появи язиків полум'я, краплин, що горять, або розплавлених часток, які падають поблизу зразка.

Будь-яке горіння або розжарювання зразка повинно припинитись протягом 30 с, поки продовжується вилучення розжареного проводу, при цьому розжарені краплі, або такі, що горять, не повинні пропалити шар цигаркового паперу, розташованого горизонтально на відстані (20 ± 5) мм під зразком згідно з 4.187 ISO 4046-4.

Випробування провадять тільки на одному зразку. У разі сумніву щодо результатів випробування повторюють на двох інших зразках; обидва повинні витримати випробування.

27.3.1 Зовнішні доступні деталі

Зовнішні деталі з ізоляційного матеріалу мають бути стійкими до перегрівання та вогню.

Відповідність перевіряють, піддаючи оболонки і інші зовнішні доступні деталі випробуванню розжареним проводом за такої температури:

-650°C для оболонок;

-650°C для деталей, які фіксують піднапругові частини і затискачі для приєднання зовнішніх проводів, через які за нормальної експлуатації проходить струм 0,2 А за нормальних умов експлуатації;

-750°C для деталей, які фіксують піднапругові частини і затискачі для приєднання зовнішніх проводів із закріпленими з'єднаннями (наприклад, зпаяними). через які за нормальної експлуатації проходить струм 0,2 А за нормальних умов експлуатації;

-850°C для деталей, які фіксують піднапругові частини і затискачі для приєднання зовнішніх проводів з незакріпленими з'єднаннями, через які за нормальної експлуатації проходить струм 0,2 А за нормальних умов експлуатації.

Випробування розжареним проводом необхідні для тонких листів фольги завтовшки до 0,2 мм.

27.3.2 Внутрішні частини

Деталі з ізоляційного матеріалу, які фіксують піднапругові частини, повинні бути стійкими до перегрівання та вогню.

Відповідність перевіряють, піддаючи деталі з ізоляційного матеріалу випробуванню розжареним проводом за такої температури:

-550°C для внутрішнього ізоляційного матеріалу, який не фіксує піднапругові частини;

-650°C для катушок;

-650°C для деталей, які фіксують піднапругові частини і затискачі для приєднання зовнішніх проводів з незакріпленими з'єднаннями, через які за нормальної експлуатації проходить струм 0,2 А, нормальних умов експлуатації;

-750°C для деталей, які фіксують піднапругові частини і затискачі для зовнішніх проводів з закріпленими з'єднаннями (наприклад, зпаяними), через які за нормальної експлуатації проходить струм 0,2 А, за нормальних умов експлуатації;

-850°C для деталей, які фіксують піднапругові частини і затискачі для приєднання зовнішніх проводів з незакріпленими з'єднаннями, через які за нормальної експлуатації проходить струм 0,2 А, за нормальних умов експлуатації.

Для фольги з тонких листів завтовшки 0,2 мм проведення випробування розжареним проводом не потрібно.

27.4 Трекінгостійкість

Ізоляційні деталі трансформаторів зі ступенем захисту IP, крім IPX0, які фіксують піднапругові частини, повинні мати трекінгостійкість, відповідну групі матеріалів IIIa, якщо їх піддають забрудненню ступеня 3.

Відповідність вимогам перевіряють, виключаючи кераміку, випробуваннями за додатком G.

Між електродами не повинно бути перекриття або пробою, поки не впаде 50 крапель.

28 СТІЙКІСТЬ ДО КОРОЗІЇ

Деталі зі сплавів заліза, корозія яких може призвести до порушення безпеки трансформатора, повинні бути захищені від корозії.

Примітка 1. Ця вимога поширюється на зовнішні поверхні магнітопроводів, але у цьому випадку захист шаром лаку вважається достатнім.

Відповідність перевіряють оглядом, а в разі виникнення сумнівів таким випробуванням.

Перед зануренням випробуваних частин на 10 хв у трихлоретан з них видаляють усе мастило. Потім ці частини на 10 хв занурюють у десятивідсотковий розчин хлористого амонію у воді за температури $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$. Без просушування, але після струшування усіх краплин частини на 10 хв поміщують у камеру, заповнену насиченим вологою повітрям за температури $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$.

Усі частини просушують протягом 10 хв у нагрівальній шафі за температури $(100\pm 5)^{\circ}\text{C}$; на їх поверхні не повинно бути слідів корозії.

Примітка 2. Допускаються сліди корозії на гострих краях, а також жовтувата плівка, яку можна видалити протиранням.

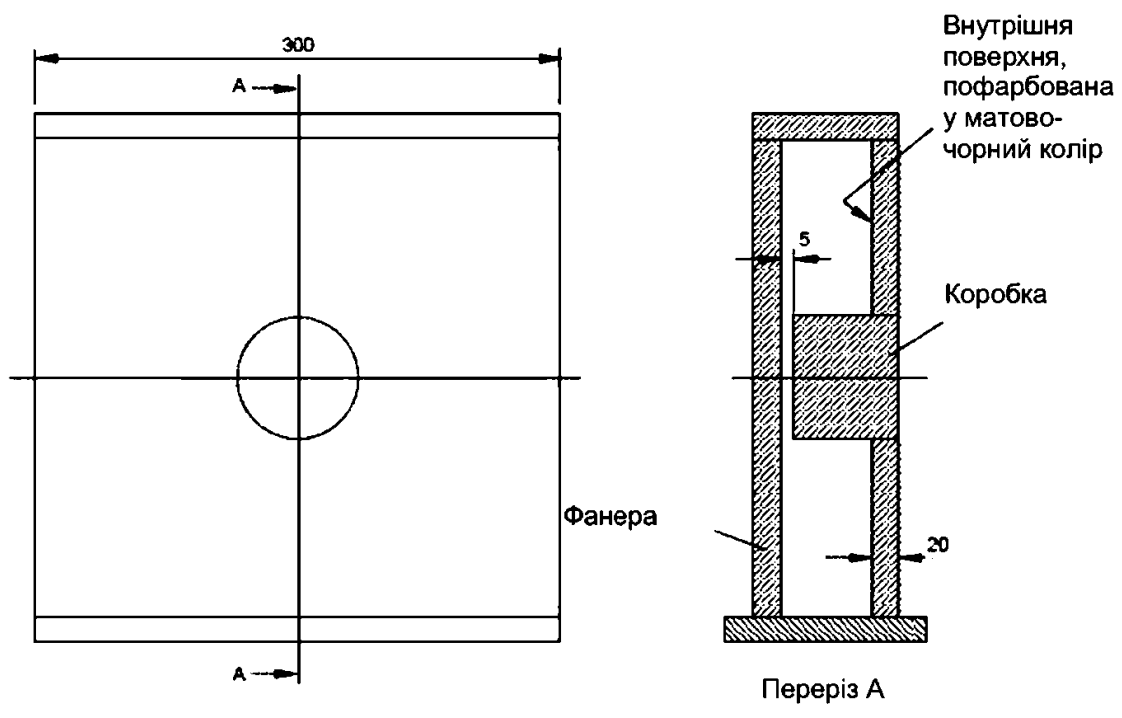
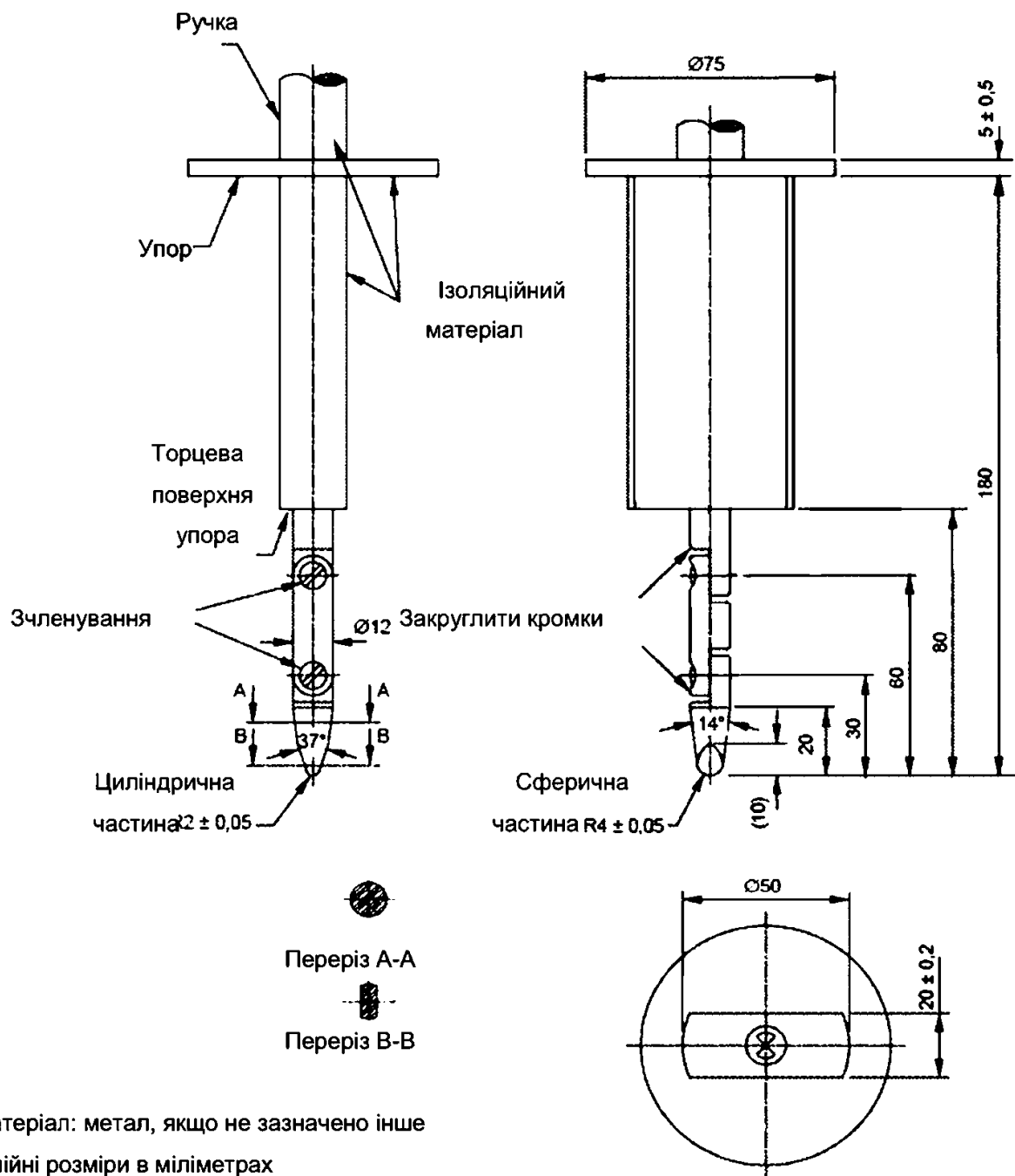


Рисунок 1 – Коробка для випробування щитового трансформатора (5.10)



Матеріал: метал, якщо не зазначено інше

Лінійні розміри в міліметрах

Допуски на розміри без установлених границь відхилів

кути: 0/-10'

Лінійні розміри:

- до 25 мм: ${}^0_{-0,05}$

- понад 25 мм: $\pm 0,2$

Обидва зчленування повинні допускати переміщення в одній площині й одному напрямку на 90° з допуском від 0° до +10°.

Рисунок 2 – Стандартний випробний палець (9.2; 15.5.2 та IEC 61032, випробний щуп)

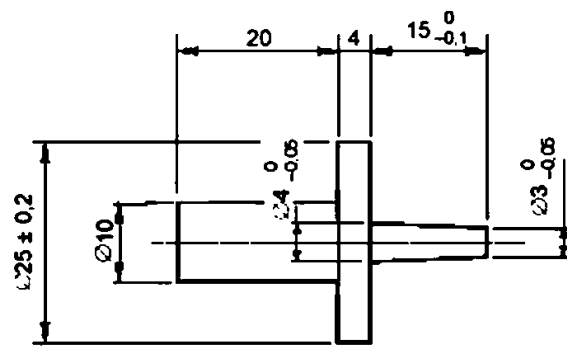
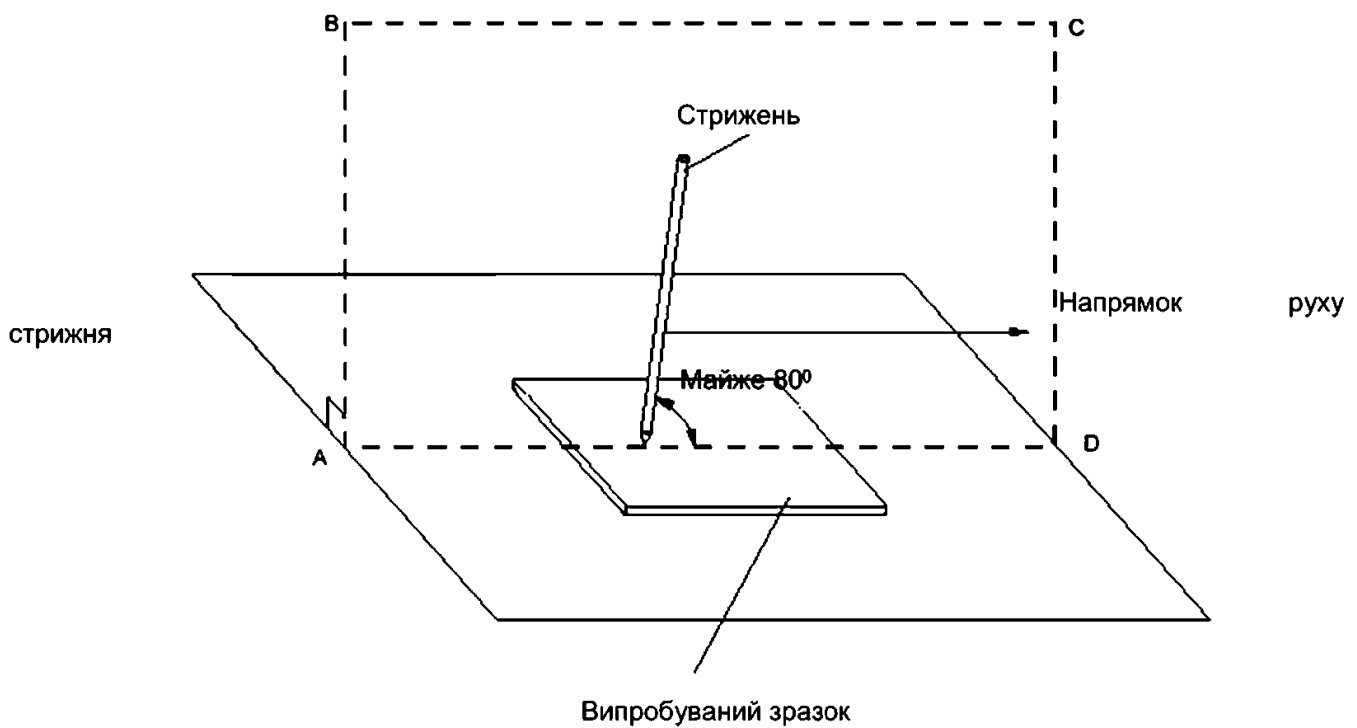


Рисунок 3 – Випробний стрижень (9.2 і випробний щуп за IEC 61032)



Примітка. Стрижень розташовують у площині ABCD, яка перпендикулярна випробуваному зразку.

Рисунок 4 – Випробування шарів ізоляційного покриття на стійкість до нанесення подряпин.

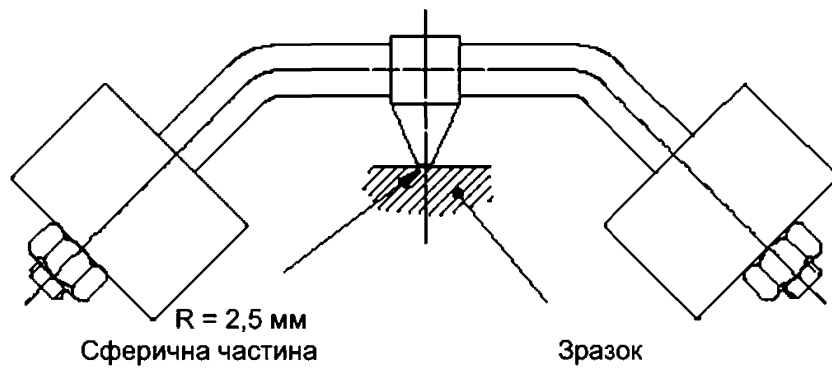


Рисунок 5 – Пристрій для випробування на вдавлювання кулькою (27.1).

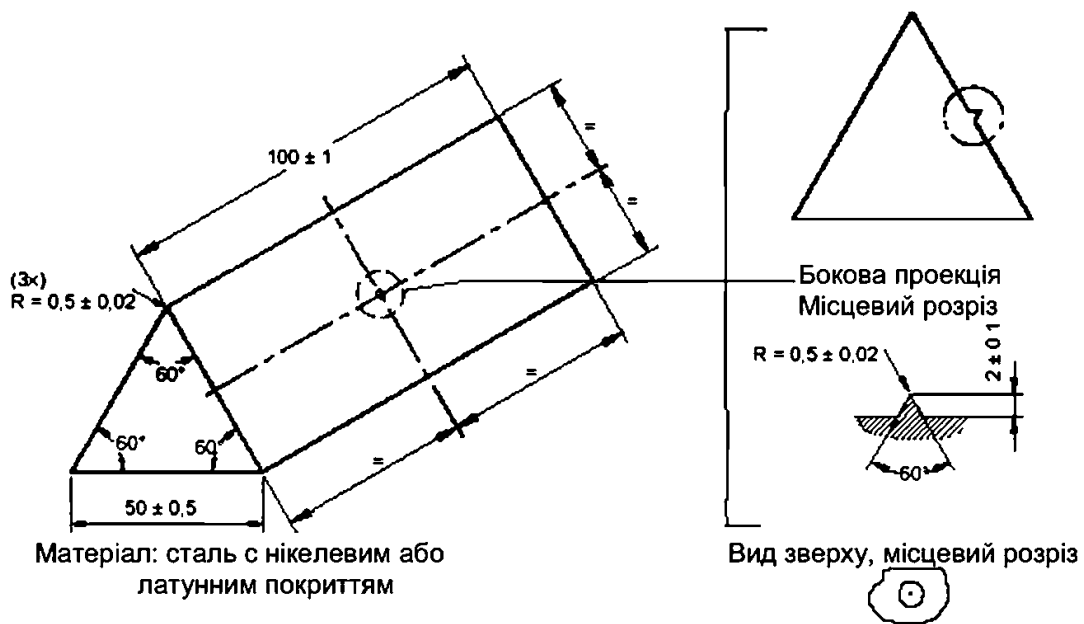
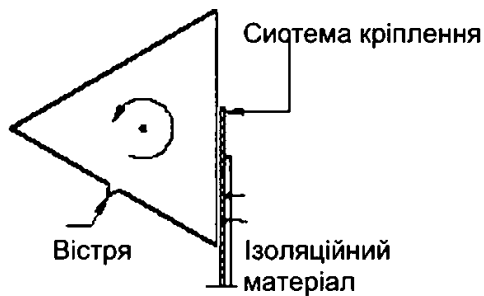


Рисунок 6а – Оправка

а) Вихідне положення



б) Кінцеве положення

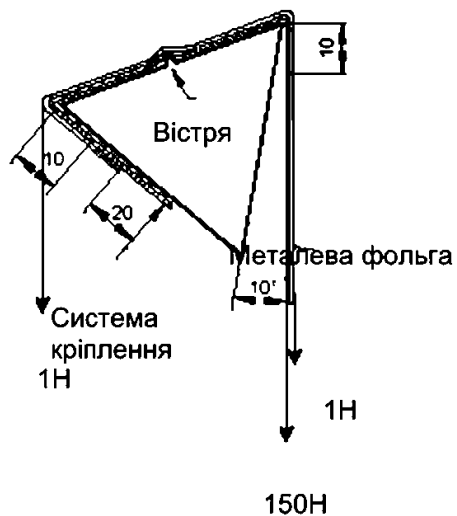


Рисунок 6б – Положення оправки

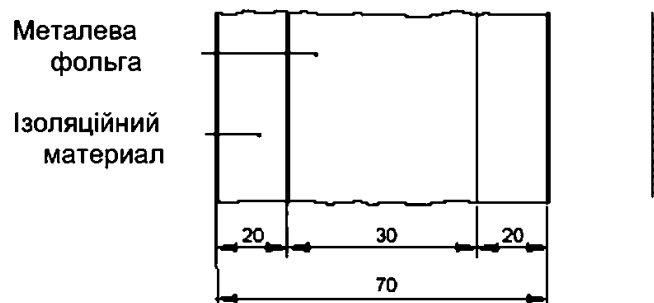


Рисунок 6с – Положення металеві фольги на папері

Рисунок 6 – Випробний пристрій для перевірки стійкості тонколистової ізоляції до механічних впливів (26.3)

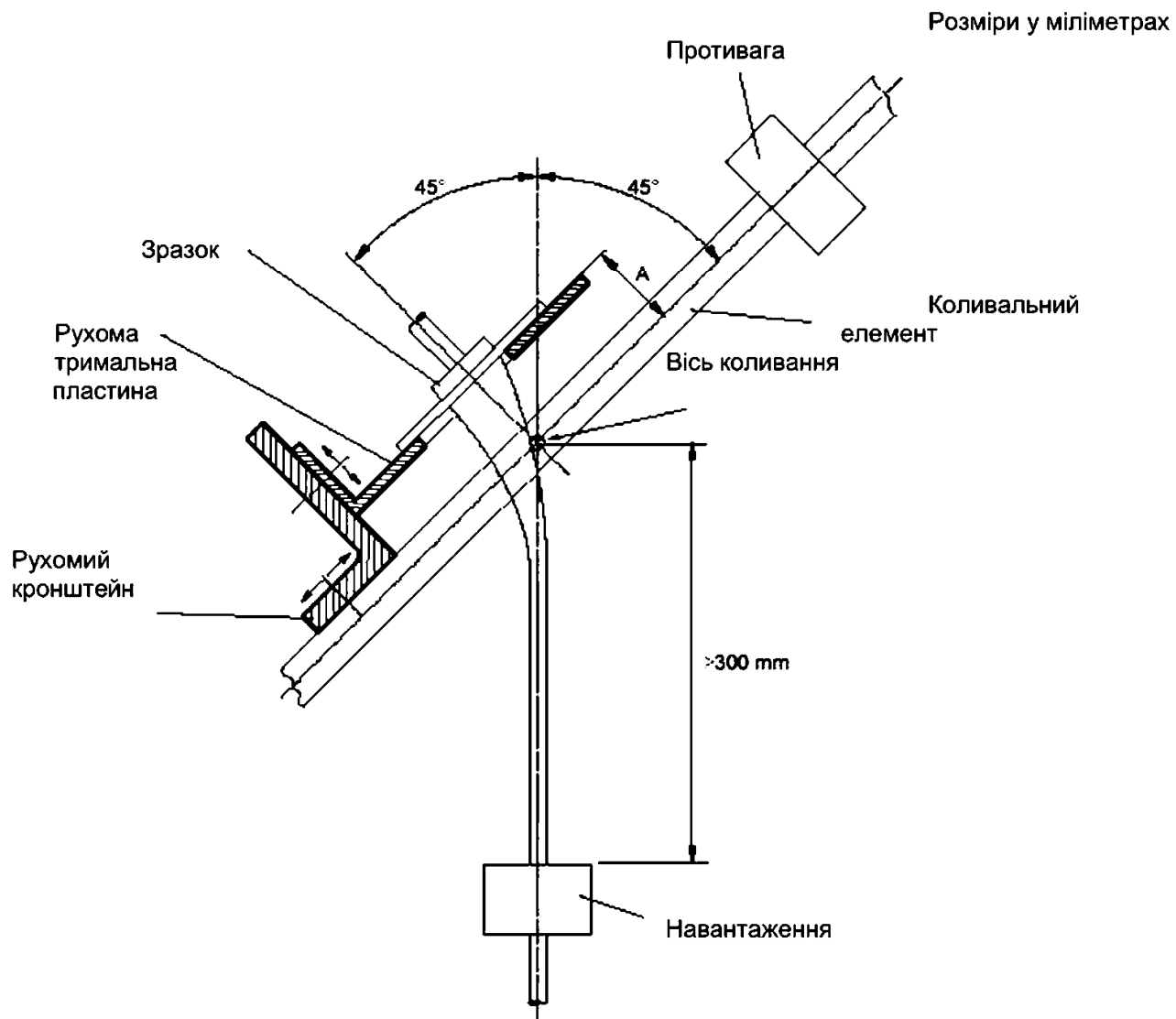


Рисунок 7 – Пристрій для випробування на вигин (22.9.4)

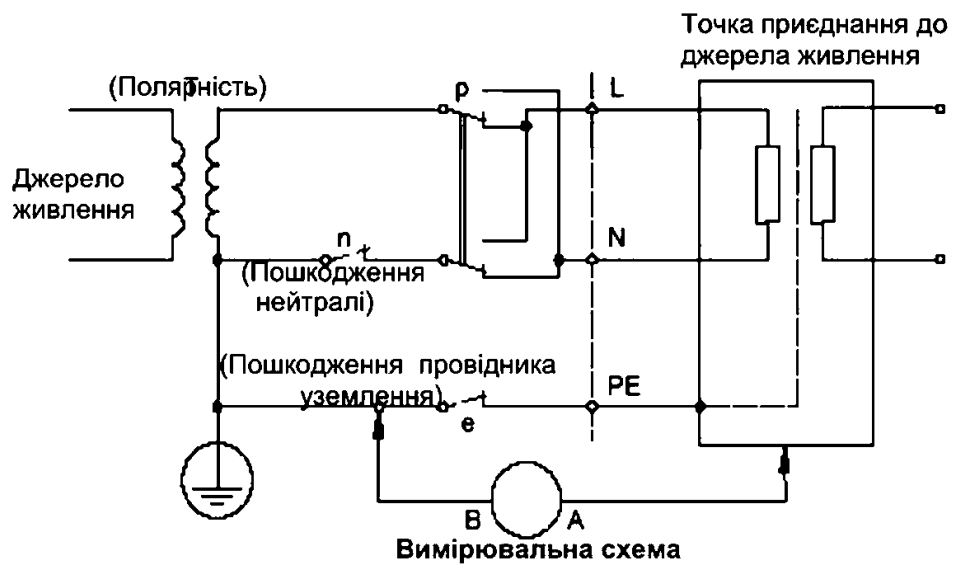


Рисунок 8 –Випробна установка: однофазне сполучення в зірку системи TN або TT

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

**ВИМІРЮВАННЯ ШЛЯХІВ СТРУМУ СПЛИВУ
ТА ПОВІТРЯНИХ ПРОМІЖКІВ**

Ширину канавок X , наведену у прикладах 1-10, у всіх випадках застосовують з урахуванням ступеня забруднення таким чином:

Ступінь забруднення	Мінімальні значення ширини канавок X , мм
1	0,25
2	1,00
3	1,50

Примітка. Якщо розглядуваний повітряний проміжок менший ніж 3 мм, мінімальну ширину канавки можна зменшити до 1/3 цього значення

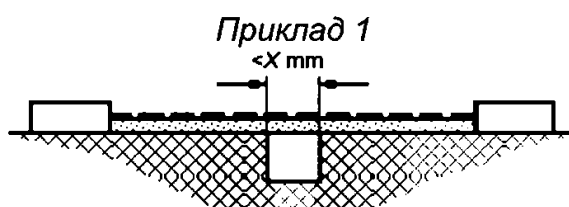
Методи вимірювання шляху струму спливу та повітряних проміжків показано на прикладах 1-10. У прикладах не розрізнено проміжки та канавки або типи ізоляції.

Передбачено, що :

-будь-яку канавку перекрито ізоляційною вставкою завширшки X мм, розташованою в найнесприятливішому положенні (приклад 3);

-якщо відстань по верхній частині канавки дорівнює X мм або більше, то шлях струму спливу вимірюють уздовж контурів канавки (приклад 2);

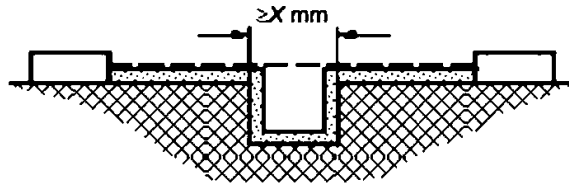
-шляхи струму спливу та повітряні проміжки між частинами, які переміщуються одна відносно другої, вимірюють у найнесприятливішому для них положенні.



Умова: шлях струму спливу включає канавку з паралельними бічними стінками або стінками, які сходяться, будь-якої глибини завширшки менше X мм.

Правило: Шлях струму спливу та повітряний проміжок вимірюють безпосередньо по канавці, як показано на рисунку.

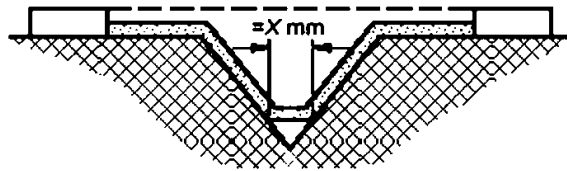
Приклад 2



Умова: Шлях струму спливу включає канавку з паралельними бічними стінками будь-якої глибини і завтовшки X мм або більше.

Правило: Повітряний проміжок – це відстань «по прямій лінії». Шлях струму спливу проходить по контуру канавки.

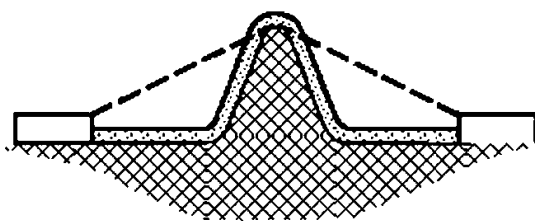
Приклад 3



Умова: Шлях струму спливу включає V-подібну канавку з внутрішнім кутом меншим ніж 80° і завглибшки X мм.

Правило: Повітряний проміжок – це відстань «по прямій лінії». Шлях струму спливу проходить по контуру канавки, але з шунтуванням дна канавки, яке замкнено деталлю завширшки X мм.

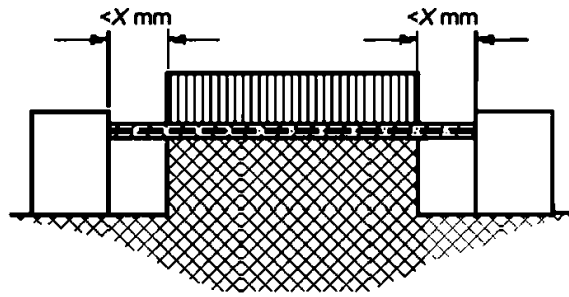
Приклад 4



Умова: Шлях струму спливу включає ребро.

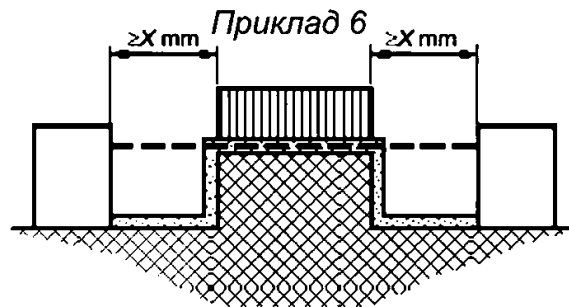
Правило: Повітряний проміжок – це найкоротший шлях по повітрю над ребром. Шлях струму спливу проходить по контуру ребра.

Приклад 5



Умова: Шлях струму спливу включає не склеєні між собою частини з канавками на обох боках, які завширшки менше X мм.

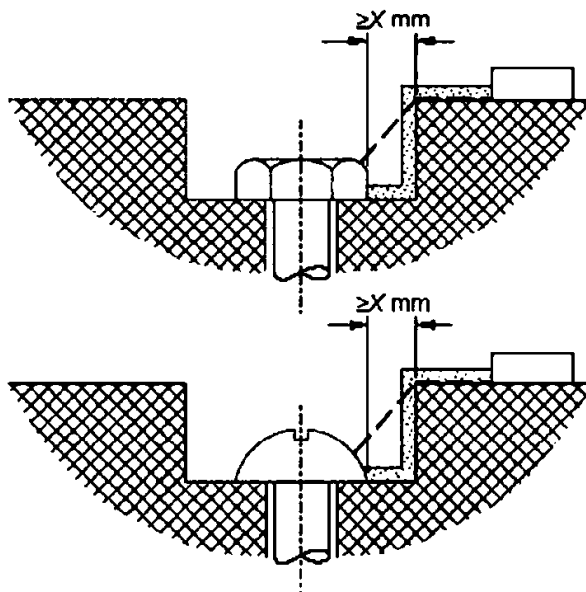
Правило: Шлях струму спливу та повітряний проміжок – це відстань «по прямій лінії» як показано на рисунку.



Умова: Шлях струму спливу включає не склеєні між собою частини з канавками на обох боках, які завширшки X мм або більше.

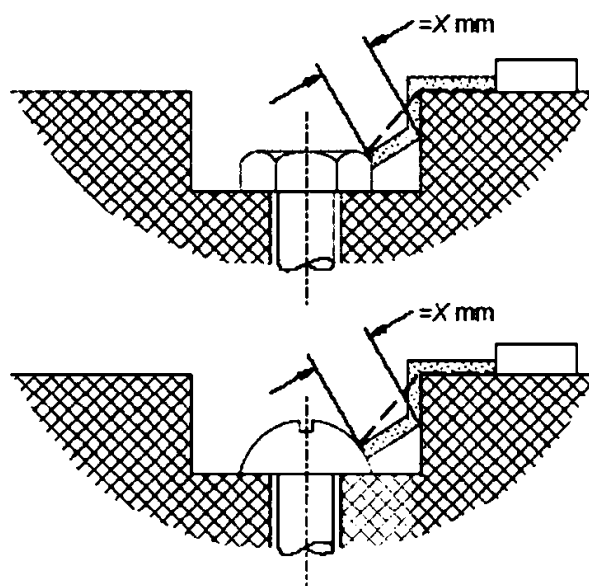
Правило: Повітряний проміжок – це відстань «по прямій лінії». Шлях струму спливу проходить по контуру канавки.

Приклад 9



Відстань між головкою гвинта та стінкою виїмки незначна і тому її не враховують.

Приклад 10



Відстань між головкою гвинта та стінкою виїмки досить велика і її слід враховувати.

ДОДАТОК В
(обов'язковий)

ВИПРОБУВАННЯ СЕРІЇ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Вимоги цього додатку призначені спрощувати випробування серії трансформаторів.

В.1 Під час випробування серії трансформаторів дозволено зменшувати кількість зразків, які піддають випробуванню.

Трансформатори можна вважати серією, якщо:

а) вони належать до одного типу, тобто на них поширюються вимоги, наведені у відповідному стандарті;

б) мають однакову конструкцію, тобто:

1) магнітопровід або його пластини належать до одного типу і виготовлені з однакового матеріалу;

2) використано однакову технологію виготовлення обмоток (наприклад, концентричні або з двох частин, які мають однакову систему ізоляції);

3) використано одну технологію збирання (наприклад, відкритого типу, закритого типу в оболонці, з просоченням, із заливанням тощо);

4) мають однаковий тип захисту від перевантаження (наприклад, плавкі запобіжники, термовимикачі, тощо);

5) мають однаковий діапазон частот;

с) розраховані на одну і ту саму мінімальну та максимальну температуру навколишнього середовища.

Якщо трансформатори повністю відповідають наведеним вище вимогам, то допускається відхил таких параметрів:

-діапазон первинних напруг;

-діапазон вторинних напруг;

-кількість відгалужень і/або обмоток;

-частота у границях установленого діапазону;

-номінальна потужність.

В.2 Кількість зразків для випробування серії трансформаторів згідно з наведеним вище визначенням повинна становити:

а) для параметрів 1), 2), 3): не менше двох и не більше чотирьох зразків, вибраних для впевнення в тому, що вони визначають найбільш несприятливі умови для серії, яку піддають випробуванню.

Примітка 1. Зразки слід вибирати згідно з такими правилами:

-один зразок з мінімальною номінальною потужністю за найвищих напруг і мінімальної кількості відгалужень;

-один зразок з максимальною номінальною потужністю за найнижчих напруг і мінімальної кількості відгалужень;

-один зразок з мінімальною номінальною потужністю за максимальної кількості відгалужень і найбільшої різниці напруг між суміжними обмотками;

-один зразок із середньою номінальною потужністю за середніх напруг і середньої кількості відгалужень;

-один зразок з максимальною номінальною потужністю за найнижчих напруг і найбільшої кількості обмоток.

У разі випробування тільки двох зразків слід вибрати перші два варіанти.

b) для параметра 4:

-один зразок з найнижчою частотою живлення і, в разі сумніву, один зразок з найвищою частотою живлення в границях діапазону.

Примітка 2. Якщо можливо, допускається випробування другого зразка для параметрів 1,2 і 3.

c) для параметрів 5:

-не менше двох зразків – перший і останній з наведеного діапазону.

Примітка 3. Зразки слід вибирати згідно з такими правилами:

-один зразок з мінімальною номінальною потужністю за найбільшої різниці (у відсотковому виразі) у значеннях струму трансформатора та захисного пристрою, за його наявності;

-один зразок з максимальною номінальною потужністю за найбільшої різниці (у відсотковому виразі) у значеннях струму трансформатора та захисного пристрою, за його наявності;

-один зразок за найбільш несприятливих умов перевищення температури обмотки і магнітопроводу;

-один зразок за найбільш несприятливих температурних умов оболонки.

Щоб упевнитись у тому, що у всіх випадках передбачено найнесприятливішу ситуацію, виробник повинен зазначити тип у серії з максимальними втратами за нормальних умов експлуатації; цей тип слід вибирати як зразок для випробування.

Наведені вище умови може бути забезпечено не менше ніж двома зразками.

Кількість зразків для кожного випробування повинна відповідати 5.2 за винятком:

-випробування за 14.3, коли для серії потрібні тільки два з трьох зразків, при цьому вибирають два перших зразка із визначених для параметра 5;

-випробування за 15.5, коли для серії потрібно тільки два з трьох зразків, при цьому вибирають два перших зразка із визначених для параметра 5;

-випробування за 16.4, коли для серії потрібні тільки три зразки взагалі, при цьому вибирається тип з найжорсткішими умовами.

В.3 Не менше одного зразка пластин або магнітопроводу кожного розміру слід піддавати випробуванню для перевірки конструктивних проміжків, механічної міцності тощо.

Примітка. Зразки за В.3 мають бути сумісними із зразками за В.2.

ДОДАТОК С

(обов'язковий)

ШЛЯХИ СТРУМУ СПЛИВУ (ШСС), ПОВІТРЯНІ ПРОМІЖКИ (ПП) ТА ВІДСТАНІ КРІЗЬ ІЗОЛЯЦІЮ (ВКІ) МАТЕРІАЛИ ГРУПИ II (400≤ПІТ<600)

Таблиця С.1 – Шляхи струму спливу (шсс), повітряні проміжки (пп) та відстані крізь ізоляцію (вкі)

Примітка. Ця таблиця розташована на кількох сторінках. Зноски та примітки знаходяться у кінці таблиці.

Матеріали групи II (400≤ПІТ<600)

ПІТ-порівнювальний індекс трекігостійкості

Розміри у міліметрах

Тип ізоляції		Вимірювання				Робоча напруга ²⁾ ,В											
		Крізь емаль обмотки ¹⁾		Не крізь емаль обмотки		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		Р2	Р3	Р2	Р3	пп	шсс	пп	шсс	пп	шоо	пп	шсс	пп	шсс	пп	шсс
1) Ізоляція між первинними і вторинними колами (основна ізоляція)	а) Шляхи струму спливу і повітряні проміжки між піднапруговими частинами первинних і вторинних кіл			X		0,2	0,85	0,5	1,0	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5	8,0	8,0
					X	0,8	1,70	0,8	2,0	1,5	2,2	3,0	4,2	5,5	8,6	8,0	14,0
		X				0,2	0,85	0,2	1,0	0,5	1,1	1,5	2,1	3,0	4,3	5,5	7,1
			X			0,8	1,70	0,8	2,0	0,8	2,2	1,5	4,2	3,0	8,6	5,5	14,0
	Зменшені значення за 26.2(Р.1)					-	0,18	-	0,25	-	0,3	-	0,7	-	1,7	-	3,2

Продовження таблиці С.1

						вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі
	б) Відстані крізь ізоляцію між первинними або вторинними колами та уземленим металевим екраном	X	X	X	X	Немає вимог до товщини											
	о) Відстані крізь ізоляцію між первинними і вторинними колами	X	X	X	X	Немає вимог до товщини											
2) Ізоляція між первинними і вторинними колами (подвійна або посилена ізоляція)	а) Шляхи струму сливу та повітряні проміжки між піднапруговим частинами первинних і вторинних кіл			X		0,5	1,0	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5	8,0	8,6	14,0	14,0
					X	0,8	2,0	1,5	2,8	3,0	4,2	5,5	8,6	8,0	17,2	14,0	28,0
		X				0,2	1,0	0,5	1,4	1,5	2,0	3,0	4,3	5,5	8,6	8,0	14,0
			X			0,8	2,0	0,8	2,8	1,5	4,2	3,0	8,6	5,5	17,2	8,0	28,0
		Зменшені значення за 26.2 (P1)					-	0,25	-	0,4	-	0,7	-	1,7	-	4,0	-

Продовження таблиці С.1

	b) Відстані крізь ізоляцію між первинними або вторинними колами та уземленим металевим екраном за 26.3					вкі		вкі		вкі		вкі		вкі		вкі	
		X	X	X	X	0,1 ⁴⁾		0,2 ⁴⁾		0,251 ⁴⁾		0,51 ⁴⁾		0,71 ⁴⁾		1,01 ⁴⁾	
						[0,05] ⁵⁾		[0,07] ⁵⁾		[0,08] ⁵⁾		[0,16] ⁵⁾		[0,19] ⁵⁾		[0,25] ⁵⁾	
	с) Відстані крізь ізоляцію між первинними і вторинними колами за 26.3	X	X	X	X	0,2 ⁴⁾		0,3 ⁴⁾		0,5 ⁴⁾		1,0 ⁴⁾		1,5 ⁴⁾		2,0 ⁴⁾	
						[0,1] ⁵⁾		[0,1] ⁵⁾		[0,15] ⁵⁾		[0,3] ⁵⁾		[0,4] ⁵⁾		[0,5] ⁵⁾	
	3) ізоляція між суміжними первинними колами або між суміжними вторинними колами ³⁾⁷⁾	Шляхи струму опливу та повітряні проміжки	X		X		0,2	0,85	0,2	1,0	0,2	1,1	0,5	2,1	1,5	3,0	3,0
			X		X	0,8	1,70	0,8	2,0	0,8	2,2	0,8	4,2	1,5	8,6	3,0	14,0
Зменшення значення за 26.2 (P1)						-	0,18	-	0,25	-	0,3	-	0,7	-	1,7	-	3,2

Продовження таблиці С.1

4) Шляхи струму спливу та повітряні проміжки між затискачами для приєднання зовнішніх кабелів і шнурів, за винятком шляхів струму спливу та повітряних проміжків між гвинтовими затискачами для первинних і вторинних кіл:	а) До 6 А включ.	X	X	X	X	3,0	3,6	4,0	6,0	9,0	12,5
	б) Понад 6 А включ.	X	X	X	X	5,0	6,0	7,0	10,0	13,0	16,0
	с) Понад 16 А	X	X	X	X	10,0	11,0	12,0	14,0	17,0	20,0

Продовження таблиці С.1

5) Основна або додаткова ізоляція ⁸⁾ між:	а) піднапруговими частинами різної полярності			X		0,2	0,9	0,5	1,0	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5	8,0	8,0
	б) піднапруговими частинами та корпусом, якщо передбачено його під'єднання до захисного уземлювального пристрою				X	0,8	1,7	0,8	2,0	1,5	2,2	3,0	4,2	5,5	8,6	8,0	14,0
	в) доступними металевими частинами та металевим стрижнем такого самого діаметру, як гнучкий кабель або шнур (або металевію фольгою, яка обмотана навколо шнура), введеним у прохідну втулку.	X					0,2	0,9	0,2	1,0	0,5	1,1	1,5	2,1	3,0	4,3	5,5

Продовження таблиці С.1

	пристрій для кріплення шнурів і аналогічні пристрої		X			0,8	1,7	0,8	2,0	0,8	2,2	1,5	4,2	3,0	8,6	5,5	14,0
	d) піднапруговими частинами та проміжною металевою частиною																
	е) проміжною металевою частиною та корпусом.																
	Зменшені значення за 26.2 (P1)					-	0,03	-	0,1	-	0,24	-	0,7	-	1,7	-	3,2
6) Посилена або подвійна ізоляція:	між корпусом і піднапруговими частинами або якщо вимагається стандартом (виключаючи ізоляцію між первинними і вторинними обмотками);			X		0,5	1,0	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5	8,0	8,6	14,0	14,0
					X	0,8	2,0	1,5	3,0	3,0	4,2	5,5	8,6	8,0	17,2	14,0	28,0
		X				0,2	1,0	0,5	1,5	1,5	2,1	3,0	4,3	5,5	8,6	8,0	14,0
			X			0,8	2,0	0,8	3,0	1,5	4,2	3,0	8,6	5,5	17,2	8,0	28,0

Продовження таблиці С.1

	-між корпусом і піднапруговими частинами вторинних кіл, якщо їх додатково захищено від перехідних напруг.	X	X	X		0,2	1,0	0,2	1,5	0,5	2,1	1,5	4,3	3,0	8,6	5,5	14,0	
	Зменшені значення за 26-2 (P1)				X	0,8	2,0	0,8	3,0	0,8	4,2	1,5	8,6	3,0	17,2	5,5	28,0	
						-	2,25	-	0,4	-	0,7	-	1,7	-	4,0	-	7,5	
7) Відстані крізь ізоляцію:	а) основну ⁶⁾	X	X	X	X	Вимоги до товщини не порушують												
	б) додаткову ⁶⁾					вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі
		X	X	X	X	0,1 ⁴⁾	0,15 ⁴⁾	0,25 ⁴⁾	0,5 ⁴⁾	0,75 ⁴⁾	1,0 ⁴⁾	[0,05] ⁵⁾	[0,05] ⁵⁾	[0,08] ⁵⁾	[0,15] ⁵⁾	[0,20] ⁵⁾	[0,25] ⁵⁾	
	в) посилену (виключаючи ізоляцію між первинними і вторинними колами	X	X	X	X	0,2 ⁴⁾	0,3 ⁴⁾	0,5 ⁴⁾	1,0 ⁴⁾	1,5 ⁴⁾	2,0 ⁴⁾	[0,1] ⁵⁾	[0,1] ⁵⁾	[0,15] ⁵⁾	[0,3] ⁵⁾	[0,4] ⁵⁾	[0,5] ⁵⁾	

¹⁾ Вимірювання крізь емаль обмотувального проводу, якщо провід відповідає, щонайменше, марці I за IEC 60317.

²⁾ Шляхи струму спливу, повітряні проміжки та відстані крізь ізоляцію для проміжних значень робочих напруг можуть бути визначені інтерполяцією значень, наведених у таблиці. Для робочих напруг менше 25 В значення не подають, тому що випробування напругою за таблицею 8а вважається достатнім.

³⁾ Значення не застосовують:

Кінець таблиці С.1

-до ізоляції всередині кожної обмотки або між групами з'єднаних обмоток за умови, що виводи обмоток мають однакову напругу;

-якщо робоча напруга не перевищує 300 В, обмотувальні проводи відповідають, щонайменше марці І за ІЕС 60317, навіть у разі обмоток, призначених для послідовного або паралельного з'єднання (наприклад, первинна напруга 110/220 В).

4)Для твердої ізоляції

5)Для ізоляції з трьох шарів.

6) Якщо між первинною та вторинною обмотками має бути подвійна ізоляція, загальна товщина крізь ізоляцію повинна бути такою, як зазначено у пункті 2 перелік с), незалежно від того, чи виміряно її безпосередньо, чи крізь металеві частини.

7)Для ізоляції між колами БННН, та колами, що до них прилягають, але не БННН та ЗННН, значення пункту 6 можна замінити значеннями із пункту 7 (згідно з 19.1).

8) В разі пробою основної чи додаткової ізоляції до повітряного проміжку додається товщина ізоляції.

Примітка 1. Для матеріалів групи IIIа див. таблицю 13, частину 1, а для матеріалів групи І див. додаток D.

Примітка 2. P1=ступінь забруднення 1; P2=ступінь забруднення 2, P3=ступінь забруднення 3.

Примітка 3. Якщо в графі таблиці замість цифри стоїть дефіс, це означає, що визначення не потрібне.

Примітка 4 Мінімальне значення повітряного проміжку у цій таблиці застосовується на висоті установлення понад 2000 м над рівнем моря

ДОДАТОК D

(обов'язковий)

**ШЛЯХИ СТРУМУ СПЛИВУ (ШСС), ПОВІТРЯНІ ПРОМІЖКИ (ПП) ТА ВІДСТАНІ КРІЗЬ ІЗОЛЯЦІЮ (ВКІ)
МАТЕРІАЛИ ГРУПИ I (ПІТ≥600)**

Примітка. Ця таблиця розташована на кількох сторінках. Зноски та примітки знаходяться у кінці таблиці.

Таблиця D.1 – Шляхи струму спливу (ШСС), повітряні проміжки (ПП) та відстані крізь ізоляцію (вкі)

Матеріали групи I (ПІТ≥600)

ПІТ – порівнювальний індекс трекінгоотійкості

Розміри у міліметрах

	Тип ізоляції	Вимірювання				Робоча напруга ²⁾ ,В											
		Крізь емаль обмотки ¹⁾		Не крізь емаль обмотки		≥25 ≤50		100		150		300		600		1000	
		P2	P3	P2	P3	пп	шсс	пп	шсс	пп	шсс	пп	шсс	пп	шсс	пп	шсс
1) Ізоляція між первинними і вторинними колами (основна ізоляція)	а) Шляхи струму спливу і повітряні проміжки між піднапруговими частинами первинних і вторинних кіп			X		0,2	0,85	0,5	1,0	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5	8,0	8,0
					X	0,8	1,7	0,8	2,0	1,5	2,2	3,0	4,2	5,5	8,6	8,0	14,0
		X				0,2	0,85	0,2	1,0	0,5	1,1	1,5	2,1	3,0	4,3	5,5	7,1
			X			0,8	1,7	0,8	2,0	0,8	2,2	1,5	4,2	3,0	8,6	5,5	14,0
	Зменшені значення за 26.2(P.1)					-	0,18	-	0,25	-	0,3	-	0,7	-	1,7	-	3,2

Продовження таблиці D.1

						вк1	вк1	вк1	вк1	вк1	вк1	вк1	вк1	вк1	вк1	вк1	
2 Ізоляція між первинним і вторинним колами (подвійна або посилена)	b) Відстані крізь ізоляцію між первинними або вторинними колами та уземленим металевим екраном	X	X	X	X	Немає вимог до товщини											
	c) Відстані крізь ізоляцію між первинними і вторинними колами	X	X	X	X	Немає вимог до товщини											
	a) Шляхи струму спливу та повітряні проміжки між піднапруговими частинами первинних і вторинних кіл			X		0,5	0,7	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5	8,0	8,0	14,0	14,0
					X	0,8	1,8	1,5	2,5	3,0	3,9	5,5	7,7	8,0	16,0	14,0	25,0
	X					0,2	0,7	0,5	1,0	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	6,0	8,0	10,0
	X				0,8	1,8	0,8	2,5	1,5	3,9	3,0	7,7	5,5	16,0	8,0	25,0	
	Зменшені значення за 26.2 (P1)					-	0,25	-	0,4	-	0,7	-	1,7	-	4,0	-	7,5

Продовження таблиці D.1

	b) Відстані крізь ізоляцію між первинними та вторинними колами й уземленим металевим екраном за 26.3	X	X	X	X	вкі		вкі		вкі		вкі		вкі		вкі	
						0,1 ⁴⁾		0,2 ⁴⁾		0,25 ⁴⁾		0,5 ⁴⁾		0,7 ⁴⁾		1,0 ⁴⁾	
						[0,05] ⁵⁾		[0,07] ⁵⁾		[0,08] ⁵⁾		[0,16] ⁵⁾		[0,19] ⁵⁾		[0,25] ⁵⁾	
	c) Відстані крізь ізоляцію між первинними і вторинними колами за 26.3	X	X	X	X	0,1 ⁴⁾		0,2 ⁴⁾		0,25 ⁴⁾		0,5 ⁴⁾		0,7 ⁴⁾		1,0 ⁴⁾	
						[0,05] ⁵⁾		[0,07] ⁵⁾		[0,08] ⁵⁾		[0,16] ⁵⁾		[0,19] ⁵⁾		[0,25] ⁵⁾	
	3 Ізоляція між суміжними первинними колами або між суміжними вторинними колами ³⁾⁷⁾	Шляхи струму спливу та повітряні проміжки	X		X		0,2	0,6	0,2	0,7	0,2	0,8	0,5	1,5	1,5	3,0	3,0
				X			X	0,8	1,5	0,8	1,8	0,8	2,0	0,8	3,9	1,5	7,7
Зменшені значення за 26.2 (P1)							-	0,18	-	0,25	-	0,3	-	0,7	-	1,7	-

Продовження таблиці D.1

<p>4 Шляхи струму спливу та повітряні проміжки між затискачами для приєднання зовнішніх кабелів і шнурів, за винятком шляхів струму спливу та повітряних проміжків між гвинтовими затискачами для первинних і вторинних кіл:</p>	<p>а) До 6 А</p>	X	X	X	X	3,0	3,6	4,0	6,0	9,0	12,5
	<p>б) Понад 6 А до 16 А</p>	X	X	X	X	5,0	6,0	7,0	10,0	13,0	16,0
	<p>в) Понад 16 А</p>	X	X	X	X	10,0	11,0	12,0	14,0	17,0	20,0

Продовження таблиці D.1

5 Основна або додаткова ізоляція ⁸⁾	a) піднапруговими частиною різної полярності			X		0,2	0,6	0,5	0,7	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5	8,0	8,0
	b) піднапруговими частинами та корпусом, якщо передбачено його під'єднання до захисного уземлювального пристрою;	X			X	0,8	1,5	0,8	1,8	1,5	2,0	3,0	3,9	5,5	7,7	8,0	12,5
	c) доступними металевими частинами та металевим стрижнем такого самого діаметра, як гнучкий кабель або шнур (або металевію фольгою, яка обмотана навколо шнура), введеним у прохідну втулку, пристрій для					0,2	0,6	0,2	0,7	0,5	0,8	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5

Продовження таблиці D.1

	кріплення шнурів і аналогічні пристрої																
	d) піднапруговими частинами та проміжною металевією частиною		X			0,8	1,5	0,8	1,8	0,8	2,0	1,5	3,9	3,0	7,7	5,5	12,5
	е) Проміжною металевією частиною та корпусом																
	Зменшені значення за 26.2 (P1)					-	0,03	-	0,1	-	0,24	-	0,7	-	1,7	-	3,2
6 Посилена або подвійна ізоляція:	- між корпусом і піднапруговими частинами або якщо вимагається стандартом (виключаючи ізоляцію між первинними і вторинними обмотками);					0,5	0,7	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	5,5	8,0	8,0	14,0	14,0
				X	X	0,8	1,8	1,5	2,5	3,0	3,9	5,5	7,7	8,0	16,0	14,0	25,0
		X				0,2	0,7	0,5	1,0	1,5	1,5	3,0	3,0	5,5	6,0	8,0	10,0
			X			0,8	1,8	0,8	2,5	1,5	3,9	3,0	7,7	5,5	16,0	8,0	25,0

Продовження таблиці D.1

	-між корпусом і піддапруговими частинами вторинних кіл, якщо їх додатково захищено від перехідних напруг.	X		X		0,2	0,7	0,2	1,0	0,5	1,5	1,5	3,0	3,0	6,0	5,5	10,0	
	Зменшені значення за 26.2 (P1)					-	0,25	-	0,4	-	0,7	-	1,7	-	4,0	-	7,5	
			X		X		0,8	1,8	0,8	2,5	0,5	3,9	1,5	7,7	3,0	16,0	5,5	25,0
7 Відтані крізь ізоляцію:	а) основну ^{б)}	X	X	X	X	Немає вимог до товщини												
	б) додаткову ^{б)}					вкі	вкі	вкі	вкі	вкі	вкі							
		X	X	X	X	0,1 ^{д)}	0,15 ^{д)}	0,25 ^{д)}	0,5 ^{д)}	0,75 ^{д)}	1,0 ^{д)}	[0,05] ^{е)}	[0,05] ^{е)}	[0,08] ^{е)}	[0,15] ^{е)}	[0,20] ^{е)}	[0,25] ^{е)}	
	в) посилену (виключаючи ізоляцію між первинними і вторинними копами	X	X	X	X	0,2 ^{д)}	0,3 ^{д)}	0,5 ^{д)}	1,0 ^{д)}	1,5 ^{д)}	2,0 ^{д)}							
						[0,1] ^{е)}	[0,1] ^{е)}	[0,15] ^{е)}	[0,3] ^{е)}	[0,4] ^{е)}	[0,5] ^{е)}							

¹⁾ Вимірювання крізь емаль обмотувального проводу, якщо провід відповідає, щонайменше, марці I за IEC 60317.

²⁾ Шляхи струму спливу, повітряні проміжки та відстані крізь ізоляцію для проміжних значень робочих напруг можуть бути визначені інтерполяцією значень, наведених у таблиці. Для робочих напруг менше 25 В значення не подають, тому що випробування напругою за таблицею 8а вважається достатнім.

Кінець таблиці D.1

³⁾Значення не застосовують:

-до ізоляції всередині кожної обмотки або між групами з'єднаних обмоток за умови, що виводи обмоток мають однакову напругу;

-якщо робоча напруга не перевищує 300 В, обмотувальні проводи відповідають, щонайменше марці I за IEC 60317, навіть у разі обмоток, призначених для послідовного або паралельного з'єднання (наприклад, первинна напруга 110/220 В).

⁴⁾Для твердої ізоляції

⁵⁾Для ізоляції з трьох шарів.

⁶⁾Якщо між первинною та вторинною обмотками має бути подвійна ізоляція, загальна товщина крізь ізоляцію повинна бути такою, як зазначено у пункті 2 перелік с), незалежно від того, чи виміряно її безпосередньо, чи крізь металеві частини.

⁷⁾Для ізоляції між колами БННН, та колами, що до них прилягають, але не БННН та ЗННН, значення пункту 6 можна замінити значеннями із пункту 7 (згідно з 19.1).

⁸⁾В разі пробою основної чи додаткової ізоляції, до повітряного проміжку додається товщина ізоляції.

Примітка 1. Для матеріалів групи IIIa див. таблицю 13, частину 1, а для матеріалів групи II див. додаток С II.

Примітка 2. P1=ступінь забруднення 1; P2=ступінь забруднення 2; P3=ступінь забруднення 3.

Примітка 3. З Якщо в графі таблиці замість цифри стоїть дефіс, це означає, що визначення не потрібне.

Примітка 4. Мінімальне значення повітряного проміжку у цій таблиці застосовується на висоті.

ДОДАТОК Е
(обов'язковий)

ВИПРОБУВАННЯ РОЗЖАРЕНИМ ПРОВОДОМ

Випробування розжареним проводом провадять згідно з ІЕС 60695-2-10 і ІЕС 60695-2-11.

Для цього стандарту застосовують позначення згідно з пунктами та підпунктами ІЕС 60695-2-11.

Е.1 Жорсткість

Застосовуються вимоги розділу 6 „Жорсткість” за ІЕС 60695-2-11 за винятком температури кінця розжареного проводу, зазначеної у 27.3 цього стандарту.

Е.2 Попереднє підготування

Застосовують вимоги розділу 8 за 60695-2-11, але необхідна попередня обробка.

Е.3 Методика випробування

Застосовують вимоги розділу 10 „Методика випробувань” за ІЕС 60965-2-11 з таким доповненням до 10.1:

„За можливості кінець розжареного проводу прикладають до плоских поверхонь без зубців, канавок, звужених прорізів або гострих країв”.

ДОДАТОК F
(обов'язковий)

**ВИМОГИ ДО ВИМИКАЧІВ З РУЧНИМ КЕРУВАННЯМ, ЯКІ Є ЧАСТИНОЮ
СКЛАДАННЯ ТРАНСФОРМАТОРА**

F.1 Загальні

Випробування вимикачів, вмонтованих або приєднаних до трансформатора, провадять згідно з ІЕС 61058-1, як зазначено у F.2 або F.3.

Механічні вимикачі з ручним керуванням мають відповідати вимогам F.2 або F.3.

F.2 Випробування вимикача як окремого пристрою

Вимикач, випробуваний як окремий пристрій, повинен відповідати вимогам ІЕС 61058-1:

-підпункт 7.1.6.2: вимикач повинен бути придатним для застосування в умовах з відповідним ступенем забруднення;

-підпункт 7.1.9.3: вимикач має належати до категорії D у частині характеристик теплостійкості та вогнетривкості.

Крім того, характеристики вимикачів, як зазначено у IEC 61058-1, повинні відповідати функціонуванню в нормальних умовах експлуатації з застосуванням вимог до:

- 1) розділу 6: номінальний режим роботи;
- 2) класифікація вимикачів згідно з:
 - пунктом 7.1.1: тип джерела живлення;
 - пунктом 7.1.2: тип навантаження, яке регулюється вимкачем;
 - пунктом 7.1.3: температура навколишнього повітря.

Якщо вимикач є мережним, приєднаним до штепсельної(-их) розетки(-ок) мережі, слід враховувати номінальний струм і максимальний номінальний імпульсний струм штепсельної(-их) розетки(-ок), зазначений в таблиці F.1 згідно з F.3.2.

Відповідність вимогам перевіряють випробуваннями за IEC 61058-1, оглядом і вимірюваннями.

F.3 Випробування вимикачів як частини трансформатора

Вимикач, випробуваний як частина пристрою в нормальних умовах експлуатації, має відповідати вимогам F.3.1, F.3.2 і F.3.3.

F.3.1 Вимикач повинен витримувати без надмірного зношення або інших явищ електричні, теплові та механічні навантаження за умов нормальної експлуатації, і повинен мати механізм за 13.3 IEC 61058-1 для вимикачів постійного струму та мережних вимикачів змінного струму.

Відповідність перевіряють за 13.1 IEC 61058-1 і таким випробуванням на стійкість до спрацювання.

Вимикач піддають 10 000 циклам спрацювання у послідовності, наведеній у 17.1.2 IEC 61058-1, за винятком випробування підвищеною напругою за більшої швидкості, зазначеної у 17.2.4 IEC 61058-1, електричних і теплових умов, які відповідають нормальним умовам експлуатації пристрою.

Випробування провадять на трьох зразках, при цьому пошкодження не допускається.

F.3.2 У разі застосування мережного вимикача, який приєднують до мережної(-их) розетки(-ток) випробування на стійкість до спрацювання провадять за додаткового навантаження приєднуваної до виводу(-ів) штепсельної розетки за схемою рисунків 9-10 IEC 61058-1.

Номінальний струм / додаткового навантаження повинен відповідати маркуванню проводу(-ів) штепсельної розетки (див. пункт d B.1). Значення максимального

імпульсного струму додаткового навантаження повинно відповідати наведеному в таблиці F.1.

Таблиця F.1 – Максимальний імпульсний струм додаткового навантаження

Номінальний струм виводу(-ів) штепсельної розетки, А	Максимальний імпульсний струм, А
$I \leq 0,5$	20
$0,5 < I \leq 1,0$	50
$1,0 < I$	100

Якщо на виводах штепсельної розетки зазначають значення струму, то ці значення можна вважати номінальним значенням струму I на виводах штепсельної розетки.

Якщо на виводах штепсельної розетки подають значення потужності, то номінальний струм I виводів штепсельної розетки розраховують за цими значеннями.

Згідно з вимогами цього стандарту вимикач після випробування не повинен мати пошкоджень. Зокрема, не допускається пошкодження оболонки, зменшення повітряних проміжків і шляхів струму спливу, послаблення механічних кріплень електричних з'єднань.

Відповідність перевіряють оглядом і випробуванням за F.3.3 та F.3.4 зазначеним порядком.

F.3.3 Конструкція вимикача не повинна допускати надмірного нагрівання за нормальних умов експлуатації. Використовувані матеріали не повинні погіршувати характеристик вимикача за нормальної експлуатації в умовах, установлених для пристрою. Зокрема, матеріал і конструкція контактів і затискачів повинні бути такими, щоб функціонування та характеристики вимикача не погіршувались унаслідок окислення або під впливом інших чинників.

Відповідність вимогам перевіряють у положенні „Ввімкнено” за нормальних робочих умов згідно з переліками d), i) і m) 16.2.2 IEC 61058-1 з урахуванням номінального струму/ виводу(-ів) мережної штепсельної розетки, за її наявності, включаючи максимальний струм за F.3.

F.3.4 Вимикач повинен мати відповідну електричну міцність.

Відповідність перевіряють такими випробуваннями.

Вимикач повинен витримувати випробування електричної міцності ізоляції за 18.3 без попереднього вологого оброблення, при цьому випробну напругу зменшують до

75% відповідної випробної напруги, але не менше 500 В, дійове значення (700 В амплітудне значення).

Випробну напругу прикладають у положенні „Ввімкнено” між небезпечними піднапруговими частинами і доступними струмопровідними частинами, і, крім того, між полюсами у разі багатополісного вимикача.

Випробну напругу прикладають у положенні „Вимкнено” до кожного контактного проміжку. Під час випробування резистори та конденсатори, з’єднані паралельно на контактному проміжку, може бути відімкнено.

ДОДАТОК G (обов’язковий)

ВИПРОБУВАННЯ НА ТРЕКІНГОСТІЙКІСТЬ

G.1 Загальні положення

Випробування трансформаторів провадять згідно з ІЕС 60112.

Згідно з вимогами цього стандарту матеріали розділено на такі групи згідно зі значеннями порівнювального індексу трекінгостійкості (ПІТ).

Група I $600 < (\text{ПІТ});$

Група II $400 < (\text{ПІТ}) < 600;$

Група IIIa $175 < (\text{ПІТ}) < 400;$

Класифікацію матеріалів за групами провадять за результатами випробувань на визначення порівнювального індексу трекінгостійкості за ІЕС 60112.

Випробування провадять на трьох окремих зразках, попередньо від’єднаних від відповідного елемента, при цьому перед кожним випробуванням слід упевнитися в тому, що електроди чисті, правильно скруглені та встановлені. У разі сумніву випробування повторюють, за необхідності, на новому зразку.

У цьому стандарті застосовують вимоги таких розділів і пунктів ІЕС 60112.

G.2 Випробуваний зразок

Виконують вимоги розділу 3 "Випробуваний зразок" ІЕС 60112, за винятком останнього речення першого абзацу.

G.3 Випробувальна установка

Виконують вимоги розділу 5 „Випробувальна установка” ІЕС 60112 за винятком:

-Примітку за 5.1 не застосовують;

- Примітку 4 до 5.3 не застосовують;
- Використовують випробний розчин А за 5.4.

6.4 Методика

Виконують вимоги розділу 6 „Методика ІЕС 60112 за винятком:

- під час випробування на трекінгостійкість за 6.2 застосовують також положення, наведені в примітках 2 і 3 розділу 3;
- пункт 6.3 не застосовують.

ДОДАТОК Н (обов'язковий)

ЕЛЕКТРОННІ КОЛА

Для трансформаторів, включаючи електронні кола, виконують такі вимоги додатково до розділів 5, 15, 26.

Н.1 Зазальні примітки до випробувань (додаток до розділу 5)

Н.1.1 Вимоги усіх розділів цього стандарту з урахуванням змін, наведених в цьому додатку та відповідних розділах стандарту для спеціальних трансформаторів, розповсюджуються на електронні кола.

Н.1.2 Напруги, накопичені у наслідок послідовного проведення випробувань, необхідно зняти. За необхідності допускається заміна елементів або використання додаткових зразків.

Примітка. Кількість додаткових зразків має бути зведено до мінімуму, який визначається оцінюванням відповідних кіл.

Н.2 Захист від коротких замикань і перевантажень (додаток до розділу 15)

Н.2.1 Конструкція і застосування електронних кіл повинні бути такими, щоб у разі їх пошкодження трансформатор не став небезпечним у частині ураження електричним струмом, виникнення пожежі або неправильного функціонування.

Відповідність вимогам перевіряють оцінюванням пошкоджень, визначених у Н.2.3 для усіх кіл або їх частин, за винятком зазначених у Н.2.2.

Якщо безпека трансформатора за будь-якого пошкодження залежить від спрацьовування плавкої вставки запобіжника, то випробування провадять за Н.2.4.

Протягом випробування та після нього температура не повинна перевищувати значень, наведених у 15.1, таблиця 3, при цьому трансформатор повинен відповідати вимогам 15.1.

Вважають, що трансформатор витримав випробування, якщо провідник друкованої плати розімкнуто за дотримання таких шести умов:

-друкована плата повинна відповідати вимогам FV1;

-поверхня розімкнутих провідників може відшаровуватись не більше ніж на 2 мм з кожного боку;

-розімкнення відбувається в колі з малою потужністю за Н.2.2, при цьому напруга на розриві не повинна перевищувати 50 В;

-трансформатор повинен відповідати вимогам цього пункту, при цьому роз'єднані провідники під'єднано паралельно;

-будь-який інший провідник не повинен бути ослаблений більше ніж на 5 мм;

-будь-яке ослаблення провідника або відшарування його поверхні не повинне призводити до зменшення шляхів струму спливу та повітряних проміжків між небезпечними піднапруговими та доступними частинами, значення яких наведено у розділі 26.

Примітка 1. Якщо немає необхідності у заміні елементів після будь-якого з випробувань, то випробування електричної міцності ізоляції за 18.3 слід проводити після закінчення усіх випробувань електронного кола.

Примітка 2. Звичайно під час огляду трансформатора та схеми його сполучень визначають її пошкодження, які повинні бути штучно відтворені для того, щоб під час випробування можна було обмежитись випадками, які можуть дати найбільш незадовільний результат.

Н.2.2 Умови пошкодження за Н.2.3 переліки а)-f) не поширюються на кола або частини кіл, які своєю чергою повинні відповідати таким вимогам:

-електронне коло є колом малої потужності, яка відповідає наведеній нижче характеристиці;

-захист від ураження електричним струмом, пожежі або небезпечного неправильного функціонування інших частин трансформатора, не повинен залежати від правильного функціонування електронного кола.

Електронне коло малої потужності визначають таким чином (приклад наведено на рисунку Н.1).

Трансформатор вмикають на номінальну напругу, змінний резистор, установлений у положення, яке відповідає максимальному опору, під'єднують між призначеною для дослідження точкою і протилежним полюсом джерела живлення.

Потім опір знижують доти, доки потужність, споживана резистором, не досягне максимального значення. Будь-яка, найближче розташована до джерела живлення точка, в якій максимальна потужність, що подається на цей резистор, по закінченню 5 с не перевищує 15 Вт, називається точкою малої потужності. Частина кола від цієї точки і до джерела живлення, вважається колом малої потужності.

Примітка 1. Вимірювання провадять тільки на одному полюсі джерела живлення, переважно на тому, у якого найменша кількість точок малої потужності.

Під час визначення точок малої потужності рекомендовано починати з точок, найближчих до джерела живлення.

Примітка 2. Потужність, яку споживає змінний резистор, вимірюють ватметром.

H.2.3 Враховують такі види пошкоджень і імітують їх, за необхідності, по черзі. Враховують також пошкодження, що виникають при цьому.

a) Коротке замикання шляхів струму спливу та повітряних проміжків між піднапруговими частинами різної полярності, якщо вони менше значень, наведених у розділі 26.

b) Розмикання кола на виводах будь-якого елемента.

c) Коротке замикання конденсаторів, якщо вони не відповідають вимогам ІЕС 60384-14.

d) Коротке замикання будь-яких двох виводів електронного елемента, крім інтегральних схем. Це пошкодження не імітують між двома оптоелектронними парами.

e) Розімкнуте коло або коротке замикання усередині інтегральної схеми. У цьому випадку оцінюють можливість пошкодження трансформатора для гарантії того, що безпека трансформатора не залежить від неправильного функціонування такого елемента.

Усі можливі вихідні сигнали інтегральних схем враховують. Якщо можна підтвердити, що повний сигнал не з'явиться, то відповідне пошкодження не враховують.

Примітка 1. Мікропроцесори випробовують як інтегральні схеми:

Примітка 2. На напівпровідникових елементах, таких як тиристори та симистори, імітують пошкодження переліків b) і d).

f) Крім того, коротке замикання кожного кола малої потужності внаслідок з'єднання точки малої потужності з полюсом джерела живлення, від якого провадили вимірювання.

Для імітації умов пошкодження трансформатор вмикають на будь-яку напругу живлення у діапазоні від 0,94 до 1,06 номінальної первинної напруги.

Під час імітації умов пошкодження випробування продовжують до досягнення усталеного режиму.

У будь-якому випадку випробування припиняють, якщо відбувається вимикання живлення трансформатора.

Якщо трансформатор має електронне коло, функціонування якого гарантує відповідність вимогам розділу 15, відповідне випробування повторюють, імітуючи одне з пошкоджень, наведених у переліках a)-e).

Умови пошкодження переліку е) створюють для елементів, поміщених в оболонку або її аналоги, якщо оцінювання кола не можна виконати в іншій спосіб.

Не виконують замикання резисторів з позитивним температурним коефіцієнтом (ПТК) і резисторів з негативним температурним коефіцієнтом (НТК) які застосовують згідно з визначеними виробником технічними умовами.

Н.2.4 Якщо за однієї з умов пошкодження за Н.2.3 безпека трансформатора залежить від спрацьовування плавкої вставки запобіжника, випробування повторюють, при цьому плавку вставку запобіжника замінюють амперметром.

У разі сумніву під час визначення струму слід враховувати максимальний опір плавкої вставки запобіжника.

У разі застосування плавких вставок мініатюрних запобіжників за ІЕС 60127-3 враховують таке.

Якщо отримане під час вимірювання значення струму не перевищує у 2.1 рази номінальний струм плавкої вставки запобіжника, захист кола вважають недостатнім і провадять випробування за замкнутої накоротко плавкої вставки запобіжника.

Якщо струм дорівнює, щонайменше, 2,75 номінального струму плавкої вставки запобіжника, захист кола вважають достатнім.

Якщо вимірний струм перевищує у 2,1 рази, але не більше ніж у 2,75 рази номінальний струм плавкої вставки запобіжника, то плавку вставку запобіжника закорочують і провадять випробування:

- швидкодійних запобіжників протягом 30 хв за меншою величиною;

- плавких вставок запобіжника із затриманням спрацьовування протягом відповідного періоду або протягом 2 хв за меншою величиною.

Примітка. Перевірку захисних функцій плавкої вставки запобіжника виконують на основі характеристик, зазначених в ІЕС 60127-3, де також наведено дані, необхідні для розрахунку максимального опору вставки.

Випробування запобіжників, які не відповідають вимогам ІЕС 60127-3, провадять за 15.3.2-15.3.5.

Н.3 Шляхи струму спливу, повітряні проміжки та відстані крізь ізоляцію (доповнення до розділу 26).

Н.3.1 Для піднапругових частин різної полярності, відокремлених тільки основною ізоляцією, допускаються менші, ніж у розділі 26 шляхи струму спливу та повітряні проміжки за умови виконання вимог, наведених у Н.2, і послідовному замиканні шляхів струму спливу та повітряних проміжків.

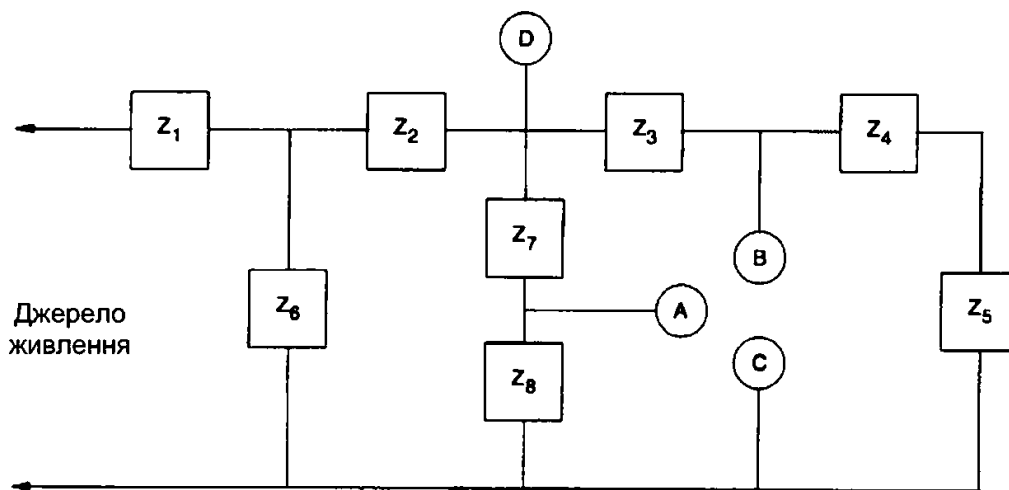
Шляхи струму спливу та повітряні проміжки в оптоелектронних парах не вимірюють, якщо ізоляцію кожної пари відповідним чином ущільнено і між окремими шарами матеріалу немає повітря.

Якщо для захисту мікрооточуючого середовища або для забезпечення основної ізоляції використовують покриття на друкованих платах, застосовують додаток W.

Застосовують менші проміжки згідно з IEC 60664-3 розділ 4 (тип захисту 1 значення P1; тип захисту 2 відстані крізь ізоляцію).

Циклічні випробування для герметизованих трансформаторів див. 26.2

Н.3.2 Оптоелектронну пару попередньо нагрівають до температури, яка на 50 K перевищує максимальну температуру її поверхні під час випробування за розділами 14 і 15; випробування оптоелектронної пари провадять за найбільш несприятливих умов, які можуть виникнути у процесі цих випробувань



D – найвіддаленіша від джерела живлення точка, в якій максимальна потужність, що віддається на зовнішнє навантаження, перевищує 15 Вт.

A, B – найближчі до джерела живлення точки, у яких потужність віддається на зовнішнє навантаження, перевищує 15 Вт. Це точки малої потужності.

Точки A і B, кожну окремо, замикають на C.

Умови пошкодження переліків а)-е), що їх наведено в Н.2.3, застосовують окремо до Z1, Z2, Z3, Z6 і Z7.

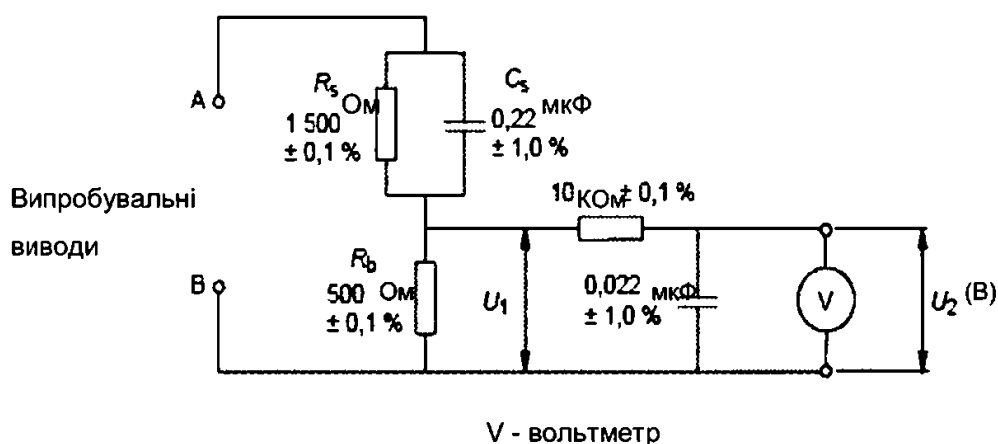
Рисунок Н.1 – Приклад електронного кола з точками малої потужності (Н.2.2)

ДОДАТОК І
(відмінено)

ДОДАТОК J
(обов'язковий)

СХЕМА ВИМІРЮВАННЯ СТРУМІВ ДОТИКУ

(Як приклад використано рисунок 4 ІЕС 60990)



Показання у дійових значеннях:
Допуск: $\leq 2\%$
Вхідний опір: 0,1 Мом
Вхідна ємність: ≤ 200 пФ
Діапазон частот від 15 Гц до 1 МГц

Рисунок J.1 – схема вимірювання сили струмів дотику

ДОДАТОК K
(обов'язковий)

ІЗОЛЯЦІЙНІ ОБМОТУВАЛЬНІ ПРОВОДИ, ВИКОРИСТОВУВАНІ
ЯК БАГАТОШАРОВА ІЗОЛЯЦІЯ

Цей додаток розглядає обмотувальні проводи з ізоляцією із поліімідної плівки або її еквіваленту, які можна використовувати для забезпечення основної, додаткової або посиленої ізоляції в елементах, виконаних намотуванням без додаткової ізоляційної прокладки.

Примітка. Звичайні значення деяких характеристик полііміду наведені для інформації. Суворе дотримання цих значень не є частиною цього стандарту.

-Електрична міцність, кВ/мм	180;
-Діелектрична проникність	3,5;
-Тангенс кута діелектричних втрат за 1кГц	0,003;
-Опір ізоляції, МОм	10 ⁵ ;
-Поверхневий опір, за 50% відносної вологості, Ом	10 ¹⁵ ;
-Стійкість до вигину, циклів	10 ⁴ .

К.1 Конструкція проводу

Ізоляція обмотувального проводу має бути з двох або більше шарів. У разі спіральної навивки шари стрічки намотують проти годинної стрілки. Перекриття цих шарів повинно бути достатнім для забезпечення безперервності перекриття під час виготовлення елемента.

Шари стрічки треба ущільнити, щоб унеможливити між ними шляхи струму спливу.

К.2 Випробування на відповідність

Провід повинен витримати наступні п'ять нижчезазначених випробувань (К.2.1-К.2.5.)

К.2.1 Електрична міцність

Випробування 13 за IEC 60851-5 провадять протягом часу, визначеного у 18.3, прикладанням випробної напруги за таблицею 8а цього стандарту або 3 кВ у разі двох шарів і 5,5 кВ у разі трьох шарів, у кожному разі більшим значенням.

К.2.2 Зчеплення та пружність

Провадять випробування 8 за 5.1 IEC 60851-3 за номінальної температури, потім випробування електричної міцності ізоляції за К.2.1.

К.2.3 Тепловий удар

Провадять випробування 9 за 3.1 чи 3.2 IEC 60851-6, потім випробування електричної міцності ізоляції за К.2.1

К.2.4 Збереження електричної міцності після вигину

Провадять випробування 13 за 4.1-4.5 IEC 60851-5, потім випробування електричної міцності ізоляції за К.2.1

К.2.5 Стійкість до стирання

Провадять випробування II за IEC 60851-3.

К.3 Приймально-здавальні випробування (виробничі випробування)

Виробник проводу повинен провести 100% випробування електричної міцності ізоляції за IEC 60851-5 випробною напругою за таблицею 8а цього стандарту, або 3 кВ у разі двох шарів і 5,5 кВ у разі трьох шарів, у кожному разі за більшим значенням.

ДОДАТОК L
(обов'язковий)

ПРИЙМАЛЬНО-ЗДАВАЛЬНІ ВИПРОБУВАННЯ
(ВИРОБНИЧІ ВИПРОБУВАННЯ)

Випробування, наведені у цьому додатку, призначені, щоб виявити неприйнятні щодо безпеки відхилення в матеріалі або технології виготовлення трансформатора. Випробування не повинні впливати на характеристики та надійність трансформатора, їх повинен виконати виробник на кожному виготовленому трансформаторі. Контроль проводять з тим, щоб наступна продукція на 100 % відповідала вимогам системи виробництва виробника.

Випробування слід проводити за температури, яка необхідна для даної лінії виробництва.

Для підтвердження відповідності кожного трансформатора зразкам, які витримали випробування, наведені в цьому стандарті, можна проводити додаткові випробування, визначені виробником на основі накопиченого досвіду.

Приймально-здавальні випробування, в основному, проводять на кінцевій стадії виробництва. Виробник може користуватись методами випробування, які відповідають організації виробництва, проводити випробування на відповідній стадії виробництва за умови, що трансформатори, які успішно витримали випробування, наведені виробником, забезпечують, щонайменше, такий самий ступінь безпеки, як і трансформатори, які витримують випробування, наведені в цьому стандарті.

L.1 Перевірка кола уземлення на розрив

Для трансформаторів класу I струм від джерела напругою неробочого ходу не більше 12 В, який дорівнює, щонайменше, 10 А, пропускають послідовно між уземлювальним затискачем і кожною доступною металевою частиною, яку для безпеки треба уземлити.

При цьому випробуванні між уземлювальним виводом і відповідними доступними металевими частинами не повинно бути розриву з'єднань або значного зниження струму.

L.2 Перевірка вторинної напруги неробочого ходу

Вторинна напруга неробочого ходу повинна відповідати вимогам значень і допустимим границям, встановленим виробником, а також не повинна перевищувати максимальне значення відповідного стандарту.

L.3 Випробування електричної міцності ізоляції

Випробування виконують прикладанням напруги за таблицею 8а 18.3 за температури навколишнього середовища; випробування на вологостійкість за 17.2 не провадять.

Випробну напругу прикладають протягом 1 с.

Напругу прикладають між:

а) піднапруговими частинами первинних кіл і доситупними піднапруговими частинами трансформатора;

б) первинними та вторинними колами.

Під час випробування не повинно виникати пробою або перекриття дугою.

Для трансформаторів з високим рівнем ізоляції та трансформаторів з розділеними обмотками, робоча напруга яких перевищує 1000 В, допускається проведення додаткових випробувань.

L.4 Перевірка встановлення захисних пристроїв

Не допускається робота захисного пристрою за неправильного встановлення у трансформаторі.

Відповідність вимозі перевіряють оглядом

L.5 Візуальний огляд

Візуальний контроль повинен забезпечувати наявність необхідного маркування.

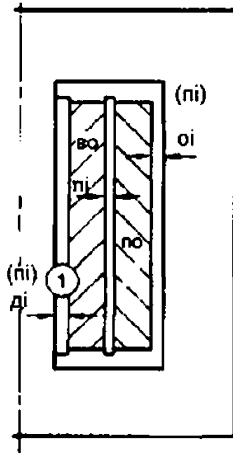
ДОДАТОК М
(довідковий)

ПРИКЛАДИ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЯК НАСТАНОВА ДО 19.1

М.1 Каркаси обмоток

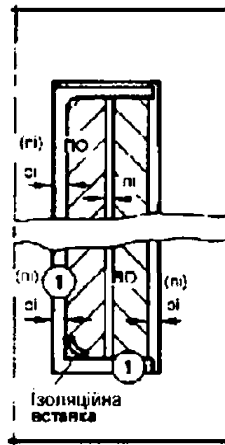
М.1.1 Концентричні

Трубчастий каркас
обмотки



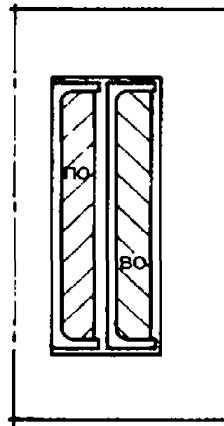
Клас I(II)

Простий каркас
обмотки



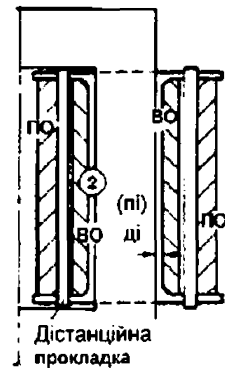
Клас I(II)

Каркас для кількох
обмоток



Клас I/II

Каркас обмотки
дистанційної

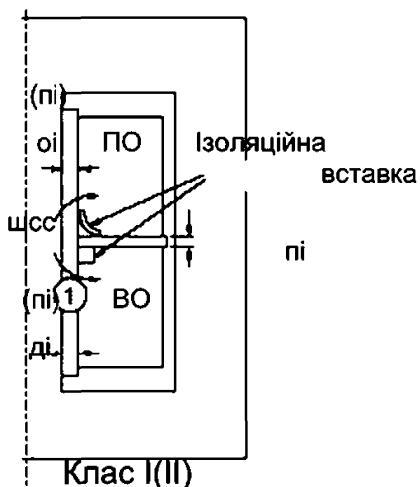


Клас I(II)

Національна примітка. Скорочення, використані в прикладах цього додатку, див. с.167

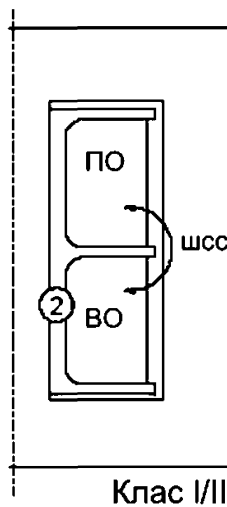
М.1.2 Каркас, поділений перегородкою на два відділення

Трубчастий каркас
обмотки



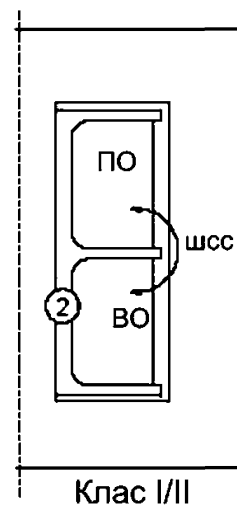
Клас I(II)

Простий каркас
обмотки



Клас I/II

Каркас для кількох
обмоток



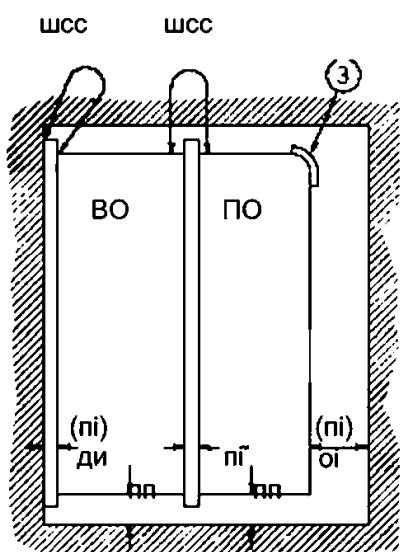
Клас I/II

1 – трубка певної товщини для додаткової ізоляції або не менше трьох шарів стрічки (розділ 26)

2 – частина, товщина якої відповідає додатковій ізоляції в розділі 26.

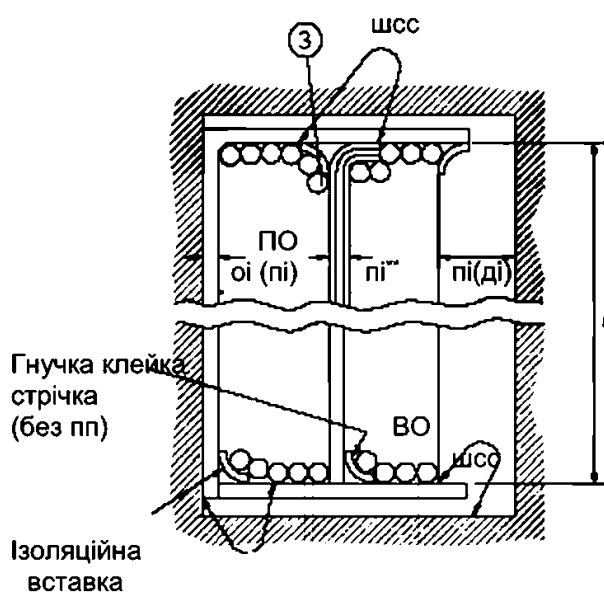
М.2 Обмотки

М.2.1 Обмотки без екрана



Клас I(II)
М.2.1 а)

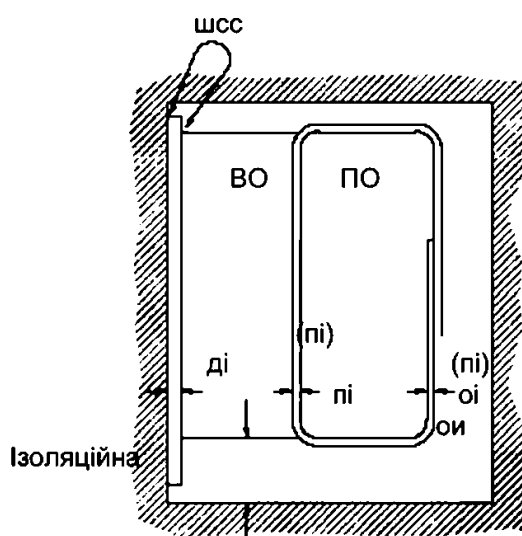
pi - суцільна ізоляція певної товщини або не менше трьох шарів стрічки



Клас I(II)
М.2.1 б)

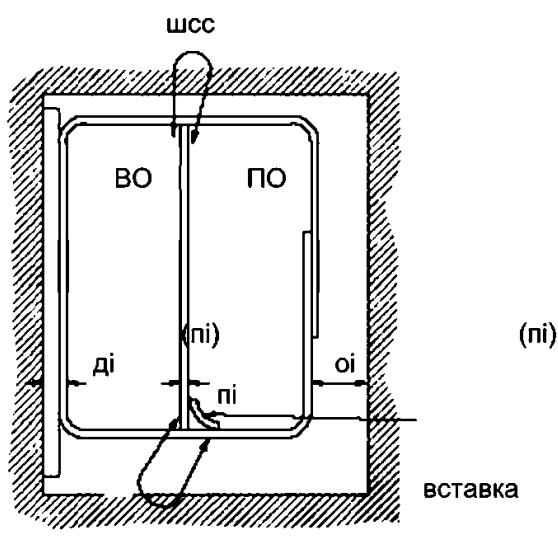
pi'' - Суцільна ізоляція певної товщини плюс клейка стрічка або ізоляційна вставка, або не менше трьох шарів стрічки плюс, наприклад, клейка стрічка, або не менше чотирьох шарів зубчастої стрічки (згідно з розділом 26

3 - останній виток обмотки, який утримує від зміщення, наприклад, клейка стрічка або інший сполучний спосіб.



Клас I(II)
М.2.1 с)

Первинна або вторинна обмотка, обгорнута ізоляцією

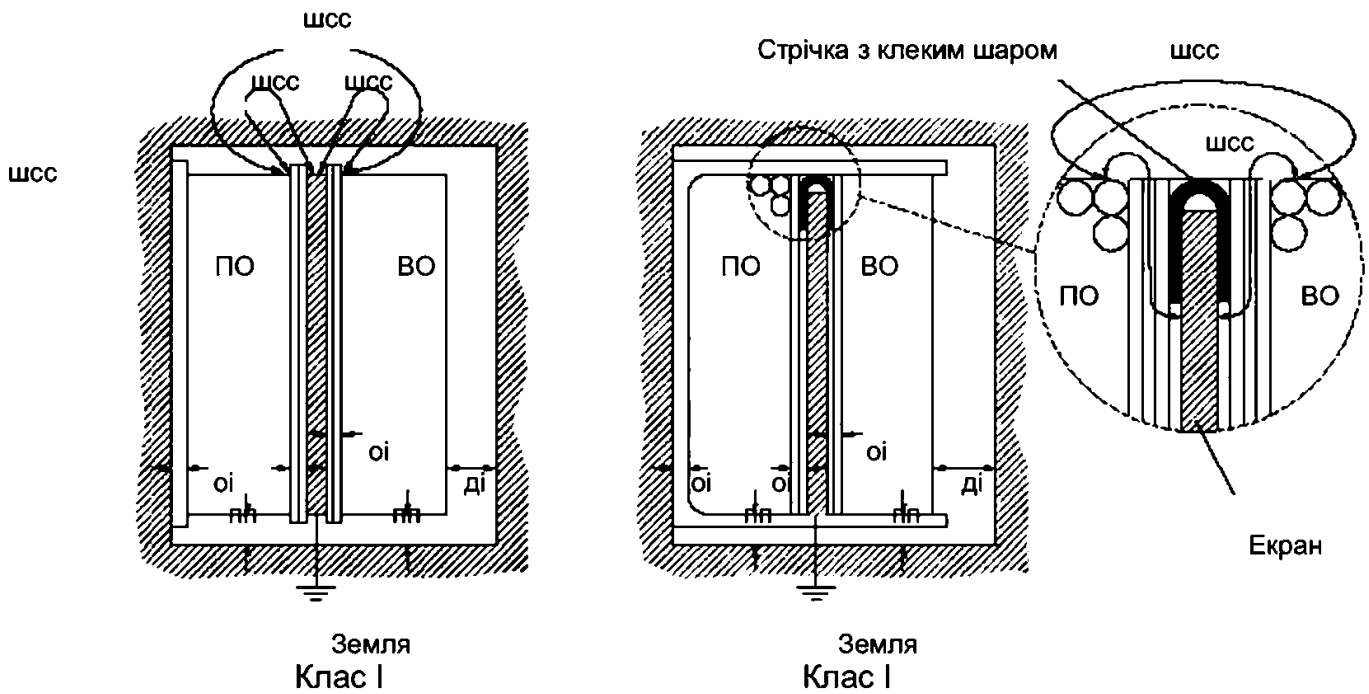


Клас I(II)
М.2.1 д)

Первинна або вторинна обмотка, обгорнута ізоляцією без повітряних проміжків

Примітка. Для конструкції класу II скорочення подані у дужках

М 2.2 З екраном



Для конструкції класу I:

шсс – шлях струму спливу;

пп – повітряний проміжок;

oi - основна ізоляція;

ді – додаткова ізоляція;

пі – посилена або подвійна ізоляція;

ПО – первинна або перша обмотка;

ВО – вторинна або друга обмотка;

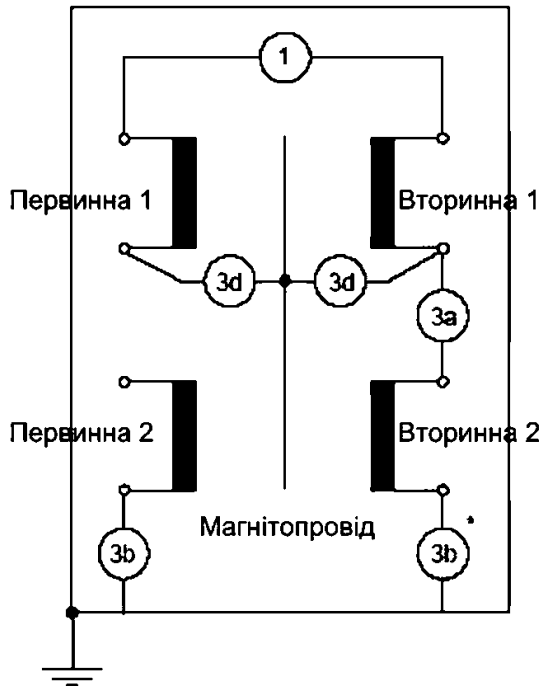
ДОДАТОК N

(довідковий)

ПРИКЛАДИ ТОЧОК ПРИКЛАДАННЯ ВИПРОБНИХ НАПРУГ

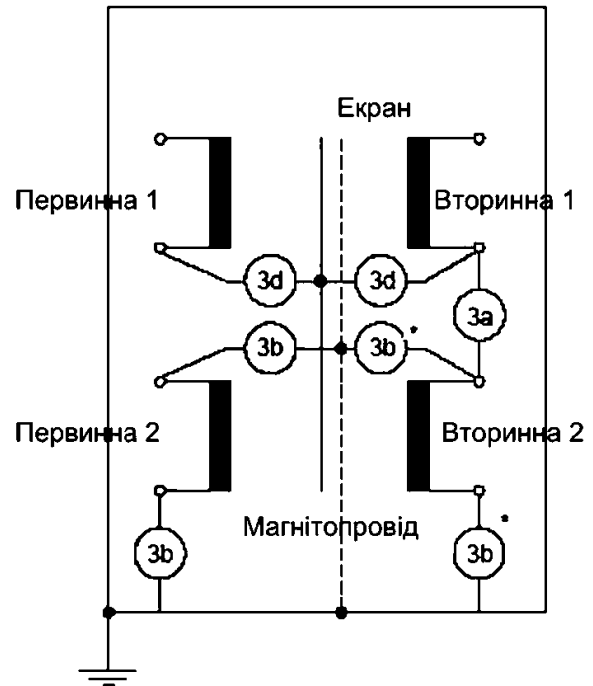
Приклад 1

Конструкція трансформатора класу I



Приклад 2

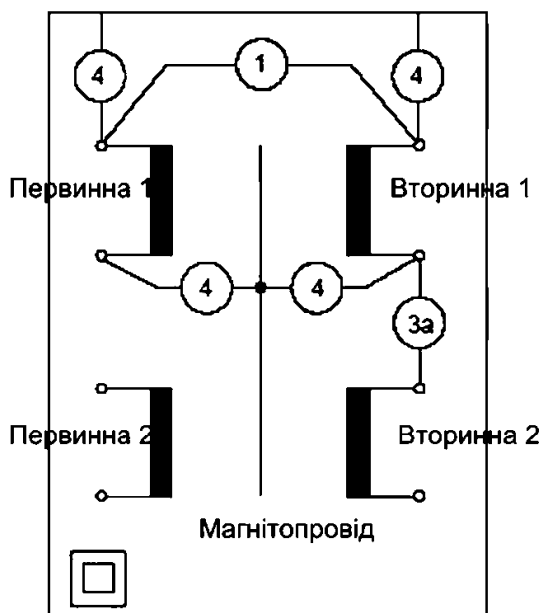
Конструкція трансформатора класу I з уземленим металевим екраном



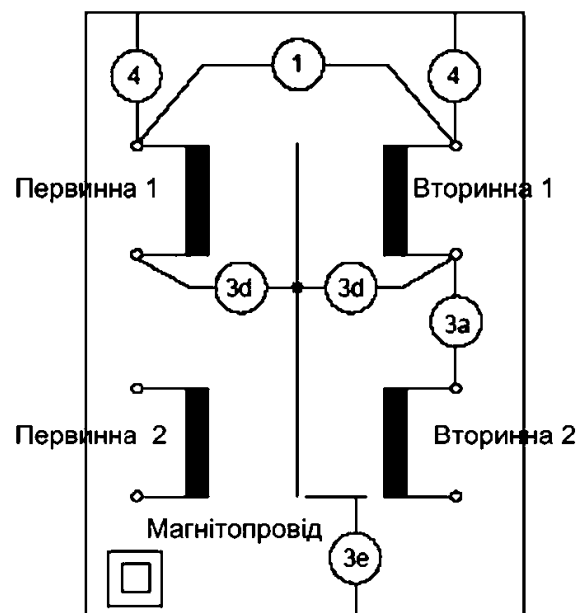
Примітка. Цифри в колах стосуються таблиці 8а. Дозволено застосування конструкцій і схем інших типів.

Приклад 3

Конструкція трансформатора класу II з металеву оболонкою



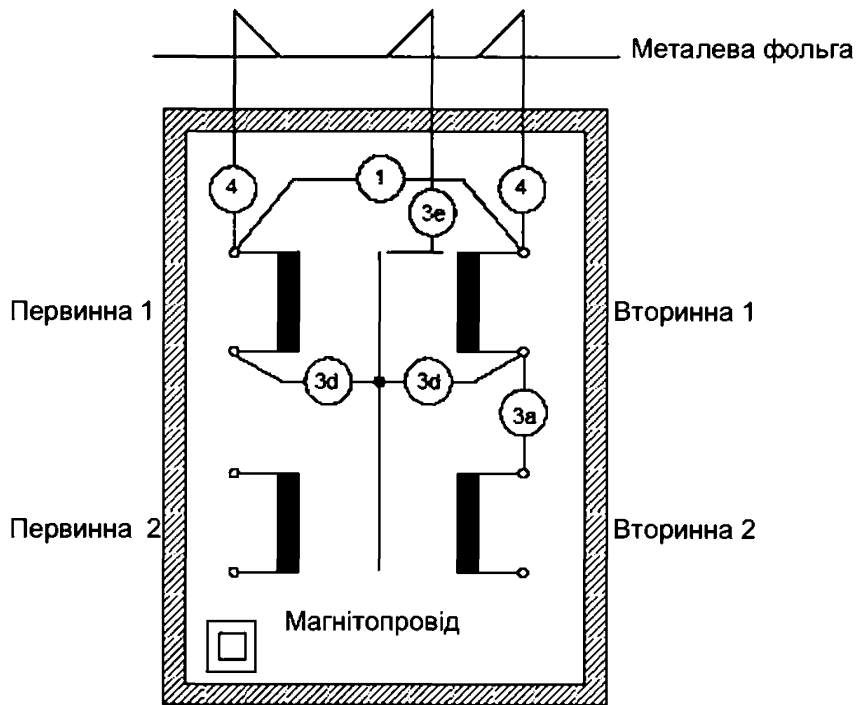
а) Магнітопровід, підімкнений до корпусу



б) Магнітопровід, ізолюваний від корпусу

Приклад 4

Конструкція трансформатора класу II з оболонкою з ізоляційного матеріалу



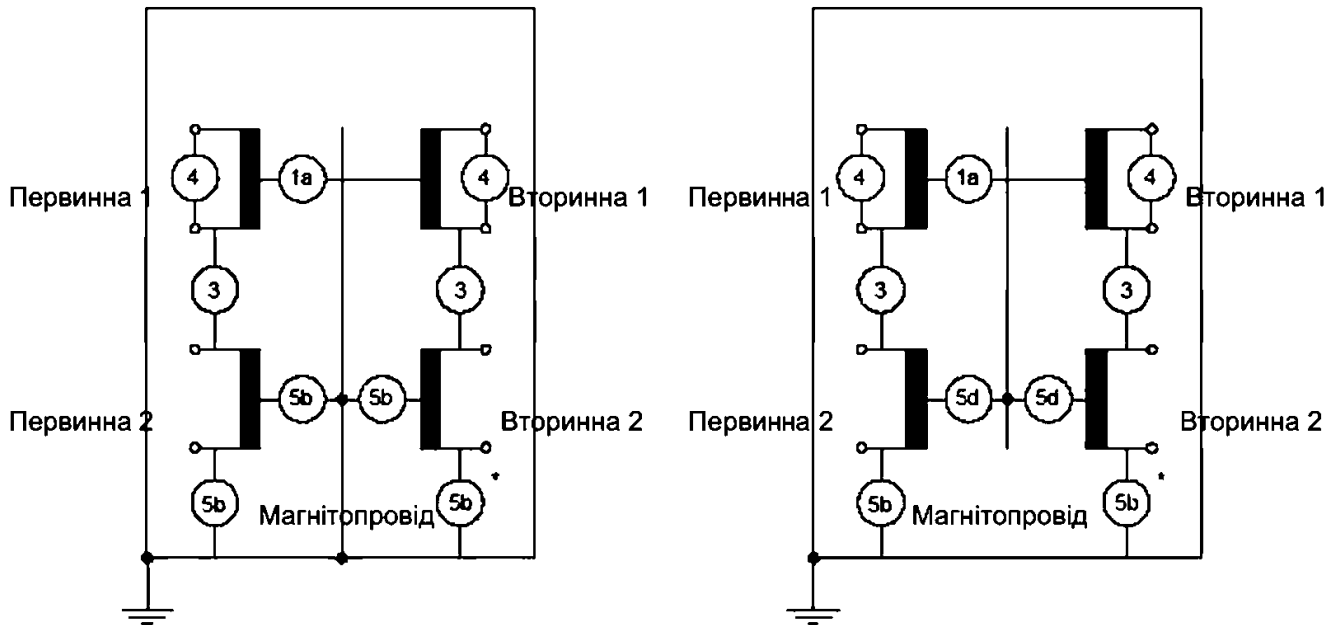
ДОДАТОК О
(відмінено)

ДОДАТОК Р
(довідковий)

ПРИКЛАДИ ТОЧОК ВИМІРЮВАННЯ ШЛЯХІВ СТРУМУ СПЛИВУ ТА ПОВІТРЯНИХ
ПРОМІЖКІВ

Приклад 1

Конструкція трансформатора класу I



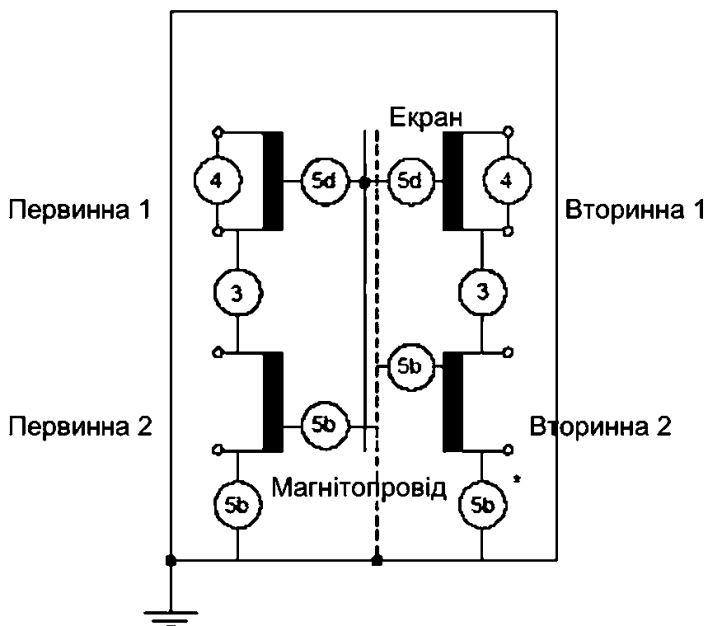
а) Магнітопровід, підімкнений до корпусу

б) Магнітопровід, ізольований від корпусу

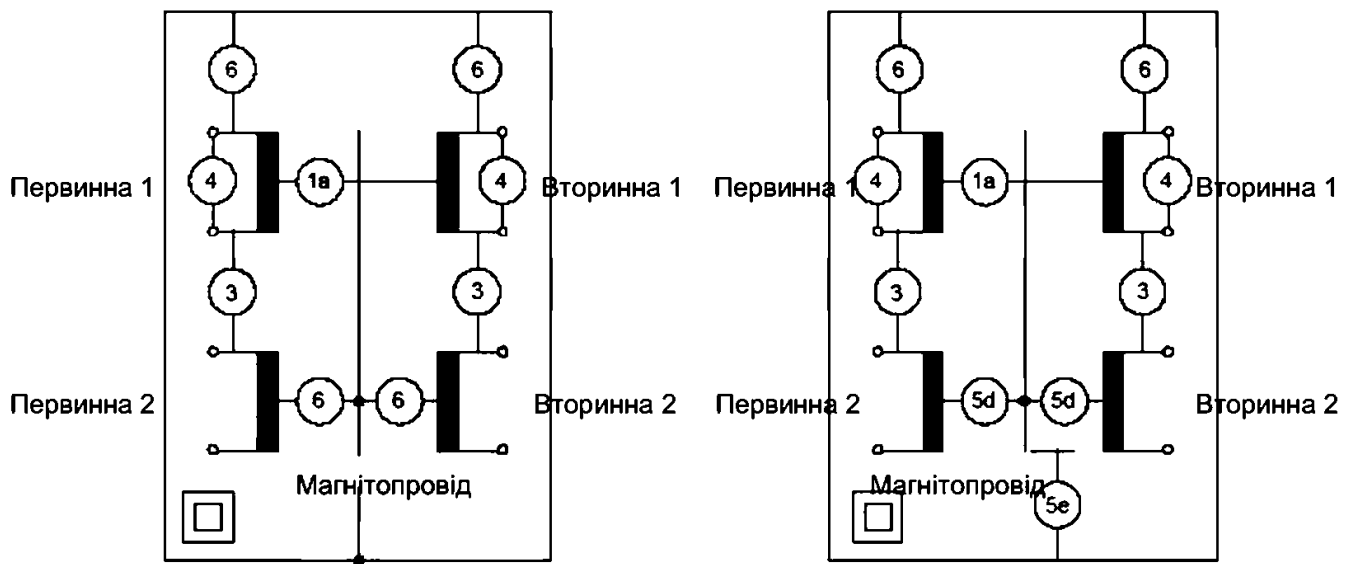
Примітка. Цифри в колах стосуються таблиці 13, таблиці С.1 і таблиці D.1. Дозволено застосування конструкцій іншого типу.

Приклад 2

Конструкція трансформатора класу I з уземленим металевим корпусом



Приклад 3

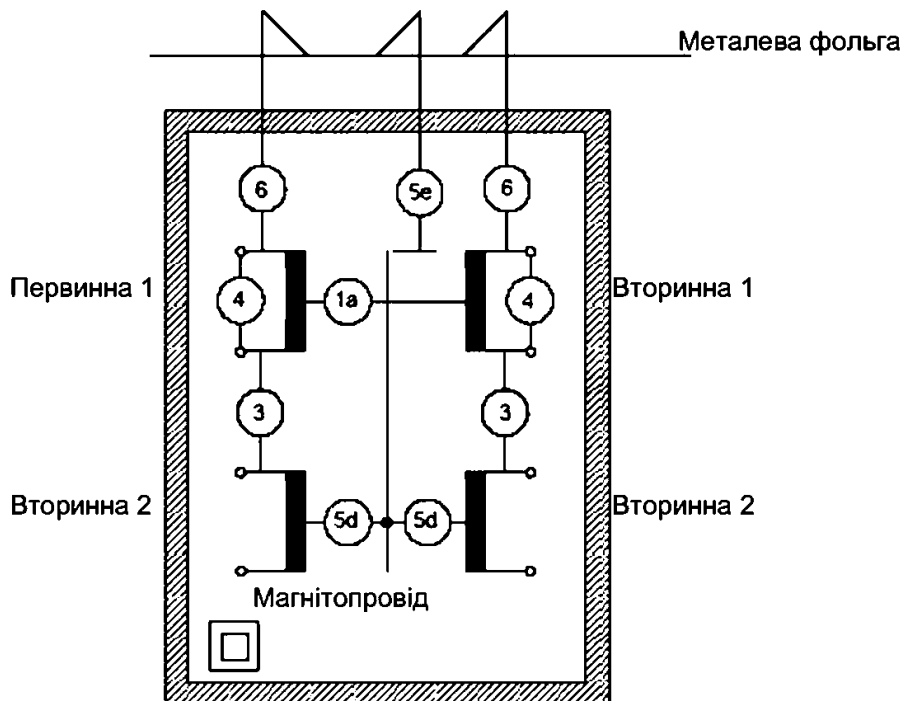


а) Магнітопровід, підімкнений до корпусу

б) Магнітопровід, ізольований від корпусу

Приклад 4

Конструкція трансформатора класу II з оболонкою з ізоляційного матеріалу



ДОДАТОК О
(довідковий)

ПОЯСНЕННЯ ЦИФР КОДУ 1P ДЛЯ СТУПЕНІВ ЗАХИСТУ

За ІЕС 60529, витяг з якого наведено нижче

Q.1 Цією класифікацією передбачено такі типи захисту:

а) захист персоналу від зіткнення із піднапруговими частинами або наближення до них і від зіткнення з частинами, які рухаються (крім гладких обертових валів і подібних пристроїв), розташованими всередині оболонки;

б) захист обладнання від проникнення твердих сторонніх предметів.

Q.2 Захист обладнання всередині оболонки від води

Для позначення ступеня захисту використовують літери IP і наступні за ними два числових символи «характеристичні символи», які вказують на відповідність обладнання ступеню захисту за умов, наведених у таблицях Q₁ і Q₂. Перший символ позначає ступінь захисту за наведеним вище переліком а), а другий – за переліком б).

Таблиця Q.1 – Ступені захисту, які визначає перший числовий символ коду

Перший числовий символ	Ступінь захисту	
	Короткий опис	Стислі дані щодо предметів, які не повинні «потрапляти» всередину оболонки
0	Захисту немає	Спеціального захисту немає
1	Захист від проникнення твердих предметів розміром понад 50 мм	Велика ділянка поверхні тіла людини, наприклад, рука (захисту від навмисного доступу немає). Тверді предмети діаметром понад 50 мм
2	Захист від проникнення твердих предметів розміром понад 12,5 мм	Пальці або предмети завдовжки не понад 80 мм. Тверді предмети діаметром понад 12,5 мм
3	Захист від проникнення твердих предметів розміром понад 2,5 мм	Інструменти, дріт тощо діаметром або завтовшки понад 2,5 мм. Тверді предмети діаметром понад 2,5 мм
4	Захист від проникнення твердих тіл розміром понад 1,0 мм	Дріт або гнучкі стрічки завтовшки понад 1,0 мм. Тверді предмети діаметром понад 1,0 мм
5	Захист від пилу	Проникнення пилу повністю не уникнуто, проте пил не може потрапляти в кількості, достатній для порушення роботи обладнання
6	Пилонепроникне обладнання	Проникнення пилу уникнуто повністю

Таблиця Q.2 – Ступені захисту, які визначає другий числовий символ коду

Другий числовий символ	Ступінь захисту	
	Короткий опис	Дані щодо типу захисту, який забезпечує оболонка
0	Захисту немає	Спеціального захисту немає
1	Захист від крапель води, що падають вертикально	Краплі води, що падають вертикально, не повинні завдавати шкоди обладнанню
2	Захист від крапель води, що падають вертикально за нахилу оболонку до 15 °	Краплі води, що падають вертикально, не повинні завдавати шкоди в разі нахилу оболонки обладнання на кут до 15° відносно нормального положення
3	Захист від дощу	Бризки води під кутом 60° до вертикалі не повинні завдавати шкоди
4	Захист від бризок	Вода, яка розбризкується на оболонку в будь-якому напрямку, не повинна завдавати шкоди
5	Захист від водяних струменів	Струмінь води, який падає на оболонку в будь-якому напрямку, не повинен завдати шкоди
6	Захист від сильних водяних струменів	Сильний струмінь води не повинен завдавати шкоди виробу
7	Захист від шкідливого впливу в разі тимчасового занурення у воду	Вода не повинна проникати крізь оболонку виробу у кількості, яка зумовлює шкідливий вплив у разі її занурення на короткий час за нормальних умов по тиску та тривалості
8	Захист від шкідливого впливу в разі тривалого занурення у воду	Виріб придатний для тривалого занурення у воду за умов, визначених виробником. Примітка. Переважно це означає, що виріб герметично ущільнено. Проте для деяких типів виробів допускається проникнення води, але без шкоди для виробу.

ДОДАТОК R
(обов'язковий)

ПОЯСНЕННЯ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ПУНКТУ 4.1.1.2.1 ІЕС 60664-1 (26.2)

R.1 Імпульсне випробування електричної міцності:

-форма хвилі: 1,2/50 мкс;

-три імпульси кожної полярності

-інтервал між імпульсами, щонайменше, 1 с;

-імпульсна напруга згідно з таблицею 5 ІЕС 60664-1;

-номінальна імпульсна напруга, яка відповідає робочій напрузі і категорії перенапруги в таблиці 1 ІЕС 60664-1;

-для подвійної або посиленої ізоляції застосовують вищі значення за пунктами 2.1.1.2 ІЕС 60664-1 (3.1.5). Для цього значення застосовують імпульсну напругу таблиці 5 ІЕС 60664-1.

R.2 Приклад:

Робоча напруга: 300 В (діюче значення) кат.ІІІ

-згідно з таблицею 1: 400 В (номінальна імпульсна напруга);

-подвійна ізоляція – 6000 В (найближче вище значення згідно з 2.1.1.2 до номінальної імпульсної напруги);

-згідно з таблицею 5 (6000 В)=7,3 кВ (імпульсної випробної напруги)

Таблиця R.1 – Імпульсна випробна напруга за ІЕС 60664-1 пункт 4.1.1.2.1

Робоча напруга, В змінного струму	Перенапруга категорії ІІІ		Перенапруга категорії ІІ	
	Подвійна або посилена ізоляція, В змінного струму	Основна ізоляція, В змінного струму	Подвійна або посилена ізоляція, В змінного струму	Основна ізоляція, В змінного струму
50	1750	910	910	550
100	2950	1750	1750	910
150	4800	2950	2950	1750
300	7300	4800	4800	2950
600	9800	7300	7300	4800
1000	14800	9800	9800	7300

Значення випробної напруги для проміжних значень робочої напруги вираховують інтерполяцією між значеннями, поданими у таблиці.

Приклад:

Змінний струм 230 В	6130 В	3940 В	3940 В	2390 В
---------------------	--------	--------	--------	--------

Примітка. Визначення категорій перенапруг подані в ІЕС 60664-1 пункт 2.2.2.1.f.

Перенапругу категорії III застосовують для трансформаторів загального призначення. Перенапругу категорії II застосовують для трансформаторів, використовуваних у побутових електроприладах.

ДОДАТК S
(відмінено)

ДОДАТОК Т
(відмінено)

ДОДАТОК U (довідковий)

ВАРІАНТ ПОЗНАЧЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ t_w

Для трансформаторів з позначенням t_w додатково застосовують такі вимоги.

Враховуючи емпіричні дані випробування t_w провадять тільки для трансформаторів з номінальною напругою 1000 В·А. Максимальне значення температури t_w було обмежено до 140 °С.

Для перевірки максимальної робочої температури в цьому стандарті застосовують випробування на стійкість проти спрацювання протягом 30 діб згідно зі стандартним методом. В інших стандартах, де застосовують позначення t_w , можуть застосовуватись інші випробні періоди.

Цей стандарт припускає використання сталих величин S крім 4500 у випробуваннях t_w . Якщо нема претензії випробування на стійкість проти спрацювання трансформаторів засновано на сталій величині S , показаній у U.5.2 зі значенням 4500. Виробник може подати претензію до використання інших величин, якщо це використання не підтверджено вказаними випробуваннями.

Обмотки трансформаторів з позначенням t_w повинні мати відповідну термостійкість.

Відповідність перевіряють згідно зі змінами, зазначеними у різних розділах чи підрозділах і проведенням зазначених випробувань.

U.1 Загальні положення стосовно випробувань (додаток до розділу 5)

Підрозділ 5.2 доповнити третім і четвертим абзацами:

Типові випробування трансформаторів з позначенням t_w провадять на одному зразку з восьми трансформаторів, призначених для типових випробувань. Випробування на стійкість до спрацювання провадять на семи трансформаторах; всі інші випробування виконують на одному трансформаторі.

Умови випробувань на відповідність вимогам стандарта наведені в 14.4.

Умови випробувань t_w визначені в U.5. Як правило, усі випробування провадять для трансформаторів кожного типу або у випадку кількох аналогічних трансформаторів випробування провадять на кожному трансформаторі із зазначеною номінальною вихідною потужністю або на типовому зразку за узгодженням з виробником.

Якщо для приймальних випробувань подані трансформатори однакової конструкції з різними характеристиками або на випробувальну станцію подано протоколи випробувань, виконаних виробником чи іншим авторитетним органом, то

допускається зменшення кількості зразків для випробування на стійкість до спрацювання за 14.4, включаючи застосування інших сталей, окрім 4500, згідно з U.5.2 або навіть скасування цих випробувань.

Внести таку зміну до п'ятого абзацу: «... за 14.3 і 14.4».

U.2 Нагрівання (додаток до розділу 14)

Замінити заголовок розділу 14 таким:

«Нагрів та стійкість проти спрацювання»

Додати до першого речення 14.1 такі слова: «... і обмотки повинні мати відповідну термостійкість».

Замінити другий абзац 14.1 наступним: «Якщо температура перевищує значень, поданих у таблиці 1, відповідність перевіряють випробуванням за 14.2. В цьому випадку термостійкість обмоток перевіряють випробуваннями за 14.3 та 14.4. Крім того, для обмоток трансформаторів без позначення t_w застосовують наведені нижче вимоги. Матеріал обмоток, який відповідає вимогам 14.4, відносять до класифікованих матеріалів.

В кінець дев'ятого абзацу 14.1 додати таке речення: « Для визначення середньої температури обмотки з t_w випробну напругу не збільшують».

Додати новий перший абзац у таблицю 1:

Частини трансформатора	Температура, °C
- з позначенням t_w	t_w

Увести наступний новий підрозділ 14.4:

14.4 Термостійкість

Обмотки трансформаторів з позначенням t_w повинні мати відповідну термостійкість.

Відповідність перевіряють таким випробуванням.

Проводять випробування обмоток на термостійкість за U.5. Випробування проводять на семи нових трансформаторах, на яких проводились вимірювання за 11.1. Трансформатори не використовують для проведення інших випробувань.

Допускається проведення цього випробування для трансформаторів, вмонтованих у пристрій, які неможливо випробувати окремо, при цьому можливе нанесення позначення t_w на такі вмонтовані трансформатори.

Температурні умови слід відрегулювати так, щоб тривалість випробування відповідала зазначеній виробником. Якщо тривалість не зазначена, випробний період повинен складати 30 днів.

Після випробування і охолодження до кімнатної температури трансформатори повинні відповідати таким вимогам:

а) Вторинна напруга не повинна відрізнятись від виміряного до випробування значення більше, ніж значення, подане у відсотках за 11.1 для відповідного типу трансформатора.

Примітка. Це випробування призначене для визначення несприятливих змінень номінальних параметрів трансформатора.

б) опір ізоляції між первинними і вторинними обмотками для розділових, безпечних розділових трансформаторів і трансформаторів з розділеними обмотками, а також опір ізоляції між обмоткою(-ами) і оболонкою/корпусом трансформатора, виміряне за 500 В постійного струму, для трансформаторів будь-якого типу повинен бути не менше 1 МОм.

с) Трансформатор повинен витримувати випробування електричної міцності ізоляції, при цьому випробна напруга повинна складати 35 % значення, поданого в таблиці 8а, розділ 18. Випробну напругу прикладають згідно з вимогами, наведеними у переліку б).

Результат випробування вважають задовільним, якщо, щонайменше, шість з семи трансформаторів відповідають зазначеним вимогам. Результати вважають незадовільними, якщо більше двох трансформаторів не витримали умов випробування.

У разі виходу з ладу двох трансформаторів випробування повторюють на наступній серії з семи трансформаторів; при цьому їх пошкодження не допускається .

U.3 Захист за коротких замикань і перевантажень (додаток до розділу 15)

Розширити таблицю 3, додавши новий стовбчик справа:

Класифікація ізоляції	tw
Зберегти текст без змін	Див. таблицю U.1

Увести нову таблицю U.1

Таблиця U.1 – Приклади максимальних температур обмоток за короткого замикання або в умовах перевантаження за 110% номінальної напруги для

трансформаторів, які випробовуються на стійкість проти спрацювання протягом 30 днів та передбачуваним терміном служби 10 років

Стала величина S	Максимальна температура °C					
	S4,5	S5	S6	S8	S11	S16
Для $t_w=90$	171	161	147	131	119	110
95	178	168	154	138	125	115
100	186	176	161	144	131	121
105	194	183	168	150	137	126
110	201	190	175	156	143	132
115	209	198	181	163	149	137
120	217	205	188	169	154	143
125	224	212	195	175	160	149
130	232	220	202	182	166	154
135	240	227	209	188	172	160
140	248	235	216	195	178	166

Якщо для трансформатора немає спеціальних вказівок, то застосовують граничні значення температури, зазначені у колонці S4.5.

Макимальну температуру для трансформаторів з терміном служби 5 років враховують, користуючись рівнянням (U.2) пункту U.5.1

U.4 Випробування серії трансформаторів (зміна до додатку В)

Внести наступні зміни до додатку В:

Розділ В.1

Замінити першу строчку пункту с) цього тексту таким чином:

с) їх конструкція призначена для однакової мінімальної і максимальної температури навколишнього середовища, і, за необхідності, застосовується з позначенням t_w .

Розділ В.2

Доповнити новим пунктом d):

d) для трансформаторів з позначенням t_w , параметри, наведені вище, застосовують таким чином, що зразки, які використовують для випробування на

теплостійкість, повинні мати досить високу щільність електричного струму (тобто найбільший струм на мм² мідного провідника).

U.5 Основні вимоги та інформація щодо випробувань обмоток на теплостійкість

U.5.1 Випробування на теплостійкість

Випробування провадять у спеціальній шафі.

Трансформатор повинен функціонувати електрично за умов, наближених до нормальних, а якщо застосовують конденсатори, комплектувальні та допоміжні елементи, які не слід піддавати випробуванню, їх треба роз'єднати і з'єднати знову в коло, але за межами шафи. Інші компоненти, які не впливають на умови роботи обмоток, можна зняти.

Трансформатори з вмонтованим захисним пристроєм повинні також піддаватися випробуванню на теплостійкість обмоток з замкнутим накоротко захисним пристроєм.

Примітка 1. У випадку проведення типового випробування, коли необхідно закортити захисні пристрої і від'єднати конденсатори, комплектувальні або інші допоміжні елементи, які не повинні піддаватися випробуванню, виробнику рекомендується забезпечити трансформатори спеціального призначення усіма короткозамкнутими частинами, і, за необхідності, усі необхідні додаткові з'єднання виводяться з трансформатора.

Для досягнення нормальних робочих умов трансформатор випробовують за номінальної вихідної потужності.

Металеві оболонки трансформатора уземлюють. Навантаження на трансформатор провадять поза шафою.

Сім трансформаторів вміщують до шафи і номінальну напругу подають до кожного кола.

Потому термостати регулюють таким чином, що внутрішня температура шафи сягає такого значення, що температура найбільш нагрітої обмотки в кожному трансформаторі приблизно дорівнює значенням, поданим у таблиці U.2

Таблиця U.2 – Теоретична випробна температура для трансформаторів, які піддають випробуванню на стійкість проти спрацювання протягом 30 днів і терміном служби 10 років.

Стала величина S	Теоретична випробна температура t, °C					
	S4,5	S5	S6	S8	S11	S16
Для $t_w = 90$	163	155	142	128	117	108
95	171	162	149	134	123	113
100	178	169	156	140	128	119
105	185	176	162	146	134	125
110	193	183	169	152	140	130
115	200	190	175	159	146	136
120	207	197	182	165	152	141
125	215	204	189	171	157	147
130	222	211	196	177	163	152
135	230	219	202	184	169	158
140	238	226	209	190	175	163

Якщо для трансформатора немає спеціальних вказівок, то застосовують граничні значення температури, зазначені у колонці S4,5. Використання інших величин має бути затверджено згідно з U.5.2

Теоритичну випробну температуру для трансформаторів з терміном служби 5 років визначають використанням рівнянь цього розділу.

Через 4 год дійсну температуру обмоток визначають методом «зміни опору» і, за необхідності, термостати шафи встановлюють повторно якомога ближче до об'єкта випробування. З цього часу щоденне визначення температури повітря в шафі провадять, щоб підтвердити, що термостати установлені за правильного значення ± 2 °C.

Температуру обмоток вимірюють знову через 24 год і кінцевий випробний час для будь-якого трансформатора визначають з рівняння (U.2) Рисунок U.1 зображає це графічно. Допустима різниця між дійсною температурою найбільш нагрітої обмотки будь-якого з випробуваних трансформатрів і теоретичним значенням повинна бути такою, щоб остаточний час періоду випробування, щонайменше, був однаковим, але не більше дійсного випробного періоду.

Примітка 2. Для визначення температури обмоток методом «зміни опору» використовують рівняння (U.1):

$$t_2 = \frac{R_2}{R_1} (234,5 + t_1) - 234,5 \quad (U.1)$$

де t_1 – початкова температура (°C);

t_2 – кінцева температура (°C);

R_1 – опір за температури t_1 (°C);

R_2 – опір за температури t_2 (°C).

Стала 234,5 стосується мідних обмоток, для алюмінієвих обмоток це значення має бути 225.

Через 24 год після вимірювання не слід робити спроби зберегти постійною температуру обмоток. Тільки температура навколишнього середовища має бути стабілізована термостатичним контролем.

Випробний період для кожного трансформатора починається із часу, коли трансформатор підмикають до джерела живлення.

В кінці цього випробування трансформатор від'єднують від джерела живлення, але не виймають із шафи доти, поки випробування інших трансформаторів не буде закінчено.

Примітка 3. Теоретична випробна температура, наведена у таблиці 4.2, стосується трансформатора з терміном служби 10 років за максимальної номінальної робочої температури t_w .

Розрахунок провадять за допомогою рівняння (див. рисунок U.1):

$$\log L = \log L_0 + S \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_w} \right) \quad (U.2)$$

де L – випробування на стійкість проти спрацювання протягом 30 днів;

L_0 – 3652 дні (10 років);

T – теоретична випробна температура ($t_w + 273$) K;

T_w – максимальна номінальна робоча температура ($t + 273$) K;

S – стала, яка залежить від конструкції трансформатора і використовуваних матеріалів. Якщо не передбачено інше, S приймають 4500, проте виробник може використовувати інші значення, якщо їх підтверджено іншими випробуваннями.

Отже випробування на стійкість проти спрацювання можна проводити за більш короткий час ніж 10 років або за іншого терміну служби за відносно високої температури обмоток.

U.5.2 Використання сталої S замість значення 4500 у випробуваннях t_w

U.5.2.1 Випробування цього додатку дають можливість виробнику перевірити значення сталої S , яка відрізняється від 4500.

Значення теоретичної випробної температури T для застосування у випробуванні на стійкість проти спрацювання вираховують із рівняння (U.2) в U.5.1

Якщо не передбачено інше, застосовують S в значенні 4500, проте виробник може використовувати інші будь-які значення таблиці U.2, якщо вони перевірені процедурами а) і b), поданими далі.

Якщо значення константи, засноване на базових процедурах а) і b) для трансформаторів спеціального призначення не 4500, то ця константа може використовуватись у випробуванні на міцність від спрацювання для трансформаторів і іншого обладнання з використанням тих же конструкцій і матеріалів.

U.5.2.2 Процедура а)

Виробник визначає експериментальні дані, за відповідного терміну служби, по температурі обмотки для конструкції трансформатора, що розглядається, отримані на основі достатньої кількості зразків, але не менше 30.

За цими даними вираховують лінію регресії відношення T до \log , разом з 95% графіком достовірності.

Пряма лінія проходить крізь точки, де абсциси перетинають верхній і нижній 95% графік достовірності відповідно (див. рисунок 4.2 для звичайного уявлення). Якщо зворотне значення кута за цим рисунком більше або дорівнює потрібним величинам S , то останнє підтверджується 95% достовірною границею. По критеріям відмови див. процедуру b).

Примітка 1. Точки 10 і 120 днів показують найменший інтервал, необхідний для застосування графіка достовірності. Інші точки можна використовувати, забезпечивши такий же або більший інтервал.

Примітка 2. Інформація з урахуванням використовуваних методик і метода розрахунку графіка регресії за достовірних границь наведена в IEC 60216.

U.5.2.3 Процедура b)

Випробувальна організація повинна випробувати 14 нових трансформаторів, додатково поділених на дві групи з семи трансформаторів кожна, крім основних трансформаторів, призначених для випробування на міцність від спрацювання. Виробник повинен визначити необхідне значення S і випробну температуру T_1 , яка необхідна для номінальної середньої довговічності 10 днів, а також разом з відповідним випробуванням температури T_2 для номінальної середньої довговічності, щонайменше 120, які вираховують, використовуючи T_1 і необхідне значення S за рівнянням (U.2).

$$\frac{1}{T_2} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{S} \log \frac{120}{10} \text{ або } \frac{1}{T_2} = \frac{1}{T_1} + \frac{1079}{S} \quad (\text{U.3})$$

де T_1 – теоретична випробна температура в К для 10 днів;

T_2 – теоретична випробна температура в К для 120 днів;

S – необхідна константа.

Потому провадять випробування на міцність від спрацювання, використовуючи основний метод в U.5.1 на двох групах з семи трансформаторів, засновуючись на теоретичній температурі T_1 (випробування 1) та T_2 (випробування 2) відповідно.

Якщо відношення струму більше ніж 15% від початкового значення, врахованого через 24 години після початку випробування, випробування повторюють за більш низької температури. Тривалість випробування вираховують з рівняння (U.2) в U.5.1. Трансформатор вважають таким, що витримав випробування, якщо під час процедури випробування у шафі відбувається таке:

а) трансформатор стає розімкнутим;

б) відбувається пробій ізоляції, який визначається спрацюванням плавкої вставки за номінального струму 150 % - 200 % від первісного значення струму джерела живлення, виміряного через 24 год.

Випробування 1, тривалість якого повинна бути більше або дорівнювати 10 дням, провадять доки всі трансформатори не вийдуть з ладу і середня довговічність не буде вирахована із середнього значення для логарифму індивідуального терміна служби за температури T_1 . Згідно з цим відповідна середня довговічність L_2 за температури T_2 вираховують за рівнянням (U.2), яке має інший вигляд (рівняння U.4):

$$L_2 = L_1 \exp \left[\frac{S}{\log e} \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right] \quad (U.4)$$

де L_1 – середня довговічність;

L_2 – відповідна середня довговічність (середня довговічність для T_2)

T_1 – теоретична випробна температура в К для 10 днів;

T_2 – теоретична випробна температура в К для 120 днів;

S – необхідна константа.

Примітка 1. Слід зауважити і засвідчитись, що пошкодження одного або кількох трансформаторів не впливає на температуру решти трансформаторів під час випробування.

Випробування 2 продовжують доти, поки середня довговічність за температури T_2 перевищить значення L_2 ; цей результат передбачає, що константа для зразка є, щонайменше, необхідним значенням. Якщо зразки у випробуванні 2 пошкоджуються до досягнення довговічності L_2 , константа для зразків є неперевіреною.

Випробний термін служби має бути нормованим з дійсного випробування температури, використовуючи необхідну константу S .

Примітка 2. Продовження випробування 2 не обов'язкове, поки всі трансформатори не будуть пошкоджені. Розрахунок необхідної тривалості випробування простий, але вимагає поновлення у разі кожного пошкодження.

Якщо у трансформаторі є термочутливі матеріали, номінальний десятиденний термін служби його може бути не точним. В таких випадках виробник може зазначити більш тривалий термін служби, забезпечити тим самим коротший термін, ніж відповідний термін 30 днів для випробування на стійкість проти спрацювання. В таких випадках більш тривалий номінальний термін служби трансформатора повинен, щонайменше, у десять разів перевищувати менший термін відношенням 15/150 днів, 18/180 днів, тощо.

Ці криві подані тільки для інформації та ілюстрації рівняння (2) з використанням константи S 4500 (див. U.1).

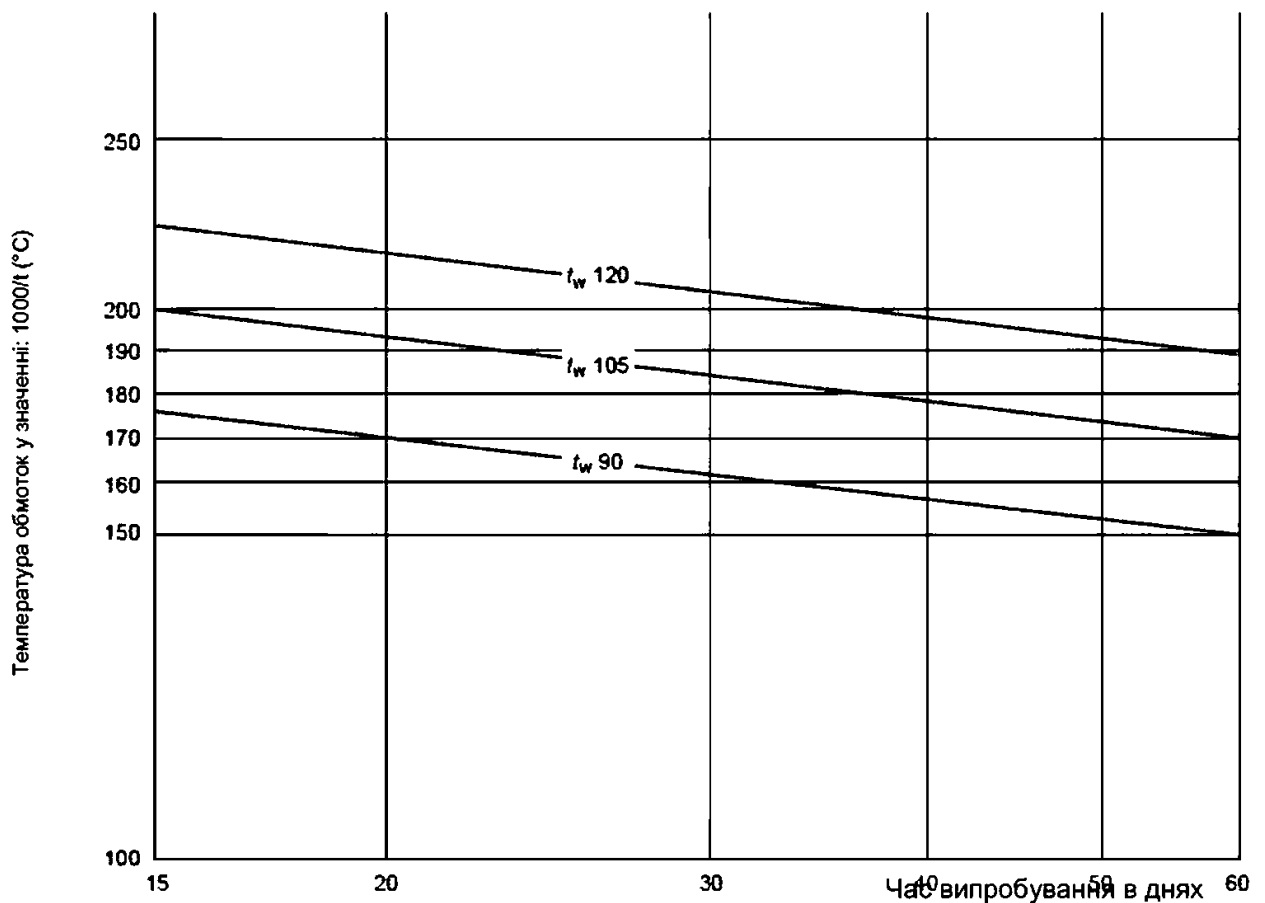


Рисунок U.1 – Залежність температури обмоток від тривалості випробування на стійкість проти спрацювання

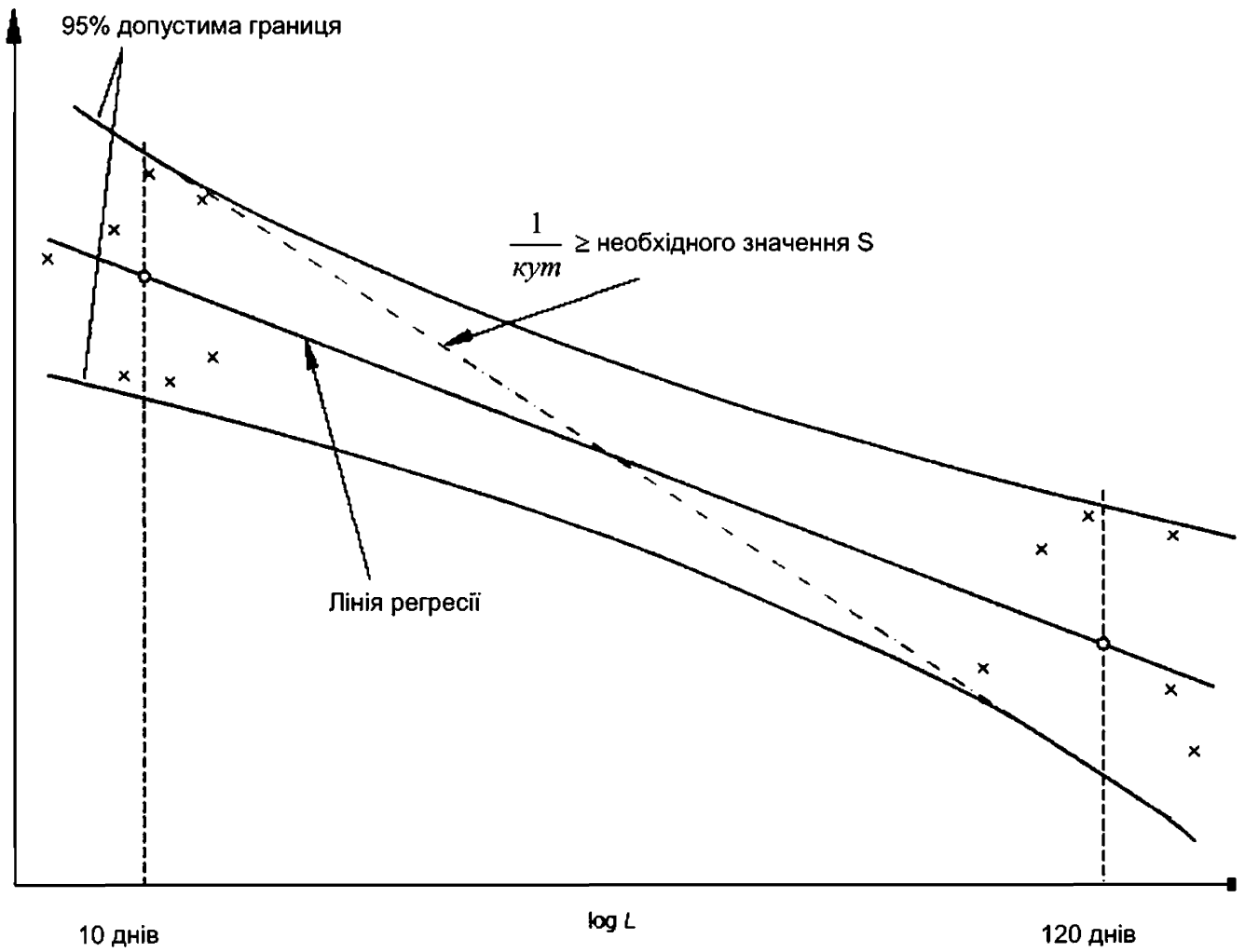


Рисунок U.2 – Оцінювання необхідних значень S

ДОДАТОК V (довідковий)

СИМВОЛИ ДЛЯ ТЕРМОВИМИКАЧІВ

V.1 Вступ

Мета цього додатку—забезпечити виробника і споживача обладнання інформацією щодо способу повторного вмикання трансформатора після спрацювання термовимикачів.

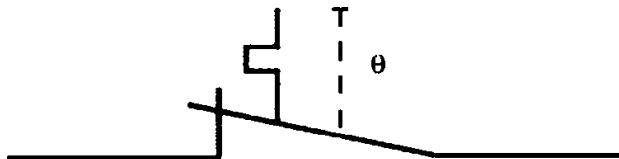
Передбачено використовувати ці символи як рекомендовані, а в майбутньому, після їх визнання, як обов'язкові.

V.2 Символи мають бути нанесені на трансформатор і повинні застосовуватись як для автономних, так і для приєднаних трансформаторів. Слід застосовувати такі графічні символи.

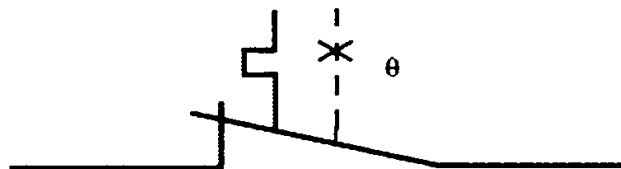
Примітка. Символ 0 використовують у разі спрацювання пристрою за певної температури.

V.2.1 Термовимикач без самоповертання (див. 3.3.4)

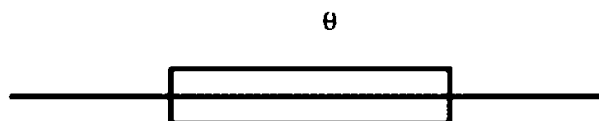
V.2.1.1 Поновлює струм під час вмикання ручним способом



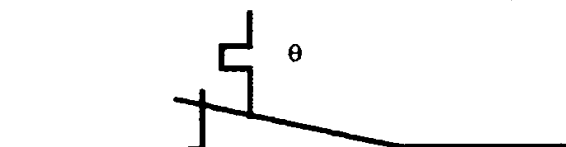
V.2.1.2 Поновлює струм під час вимикання від джерела живлення



V.2.1.3 Плавка вставка (див. 3.3.5)



V.2.2 Термовимикач із самоповертанням (див. 3.3.3)



ДОДАТОК W
(обов'язковий)

ДРУКОВАНІ ПЛАТИ З ПОКРИТТЯМ

Випробування захисних покриттів друкованих плат провадять згідно з ІЕС 60664-3 з такими змінами:

W.1 Загальні положення

Застосовують вимоги підрозділу 5.1 ІЕС 60664-3, але у разі використання промислових зразків випробовують три зразки друкованих плат.

W.2 Холод

Випробування за 5.7.1 ІЕС 60664-3 провадять за температури мінус 25 °С.

W.3 Швидке змінення температури

У вимогах 5.7.3 ІЕС 60664-4 передбачені суворі умови середовища жорсткості 1.

W.4 Додаткові випробування

Вимоги підрозділу 5.9 ІЕС 60664 – 3 не застосовують.

ДОДАТОК X
(довідковий)

АБЕТКОВИЙ ПРОКАЖЧИК ВИЗНАЧЕНИХ ПОНЯТЬ

блок живлення силовий	3.1.19
блоки живлення комутаційні	3.1.20
вставка плавка	3.3.5
деталь знімна	3.2.6
деталь незнімна	3.2.7
діапазон номінальних первинних напруг	3.5.2
екранування захисне	3.7.14
елемент електронний	3.2.12
забруднення	3.7.10
ізоляція додаткова	3.7.2
ізоляція основна	3.7.1
ізоляція подвійна	3.7.3
ізоляція посилена	3.7.4
ізоляція функціональна	3.7.22
інструмент	3.2.8
кабель або шнур гнучкий зовнішній	3.2.1
кінці з'єднувальні	3.2.3
коефіцієнт потужності номінальний	3.5.6
коло внутрішнє	3.4.5
коло вторинне	3.4.2
коло БННН	3.7.17
коло ЗННН	3.7.18
коло ФННН	3.7.19
коло електронне	3.2.13
коло первинне	3.4.1
корпус	3.2.4
мікросередовище	3.7.11
напруга короткого замикання	3.3.9
напруга наднизька	3.7.15
напруга наднизька безпечна	3.7.16
напруга неробочого ходу вторинна	3.6.2
напруга номінальна вторинна	3.5.5
напруга номінальна первинна	3.5.1
напруга робоча	3.3.8
обмотка вторинна	3.4.4
обмотка первинна	3.4.3
оболонка	3.2.9
потужність вихідна номінальна	3.5.7
потужність неробочого ходу	3.6.1
провід обмотувальний ізолюваний	3.4.6
провідник захисний уземлювальний	3.3.11
проміжок повітряний	3.7.8
реактор	3.1.21

режим роботи короткочасний	3.3.10.2
режим роботи переривчастий	3.3.10.3
режим роботи тривалий	3.3.10.1
розділення захисне	3.7.13
розділення електричне	3.2.15
роз'єднання всіх полюсів	3.3.1
розмикач від перевантаження	3.3.6
струм вторинний номінальний	3.5.4
струм дотику	3.8.1
струм захисного уземлювального провідника	3.8.2
ступені забруднення	3.7.12
ступінь забруднення 1 (P1)	3.7.12.1
ступінь забруднення 2 (P2)	3.7.12.2
ступінь забруднення 3 (P3)	3.7.12.3
температура навколишнього середовища номінальна	3.5.8
температура навколишнього середовища номінальна мінімальна	3.5.9
термовимикач	3.3.2
термовимикач без самоповертання	3.3.4
термовимикач із самоповертанням	3.3.3
тип режиму	3.3.10
трансформатор автономний	3.1.7
трансформатор безпечний у разі пошкодження	3.1.11
трансформатор безумовно стійкий до коротких замикань	3.1.9.2
трансформатор з розділеними обмотками	3.1.4
трансформатор класу I	3.7.5
трансформатор класу II	3.7.6
трансформатор класу III	3.7.7
трансформатор нерухомо встановлений	3.1.14
трансформатор нестійкий до коротких замикань	3.1.10
трансформатор переносний	3.1.12
трансформатор приєднуваний	3.1.6
трансформатор розділовий	3.1.2
трансформатор розділовий безпечний	3.1.3
трансформатор ручний	3.1.16
трансформатор силовий	3.1.1
трансформатор спеціального призначення	3.1.6.2
трансформатор стаціонарний	3.1.15
трансформатор стійкий до коротких замикань	3.1.9
трансформатор сухий	3.1.18
трансформатор умовно стійкий до коротких замикань	3.1.9.1.
трансформатор умонтований	3.1.6.1.
трансформатор щитовий	3.1.13

частина доступна	3.2.5
частина піднапругова	3.7.20
частина піднапругова небезпечна	3.7.21
частини слабкострумові особливі	3.3.7
частина струмопровідна	3.2.11
частина струмопровідна проміжна	3.2.10
частота живлення номінальна	3.5.3.1
частота номінальна	3.5.3
частота робоча внутрішня	3.5.3.2
шлях струму спливу	3.7.9
шлях живлення силовий	3.2.2

БІБЛІОГРАФІЯ

IEC 60038: 1983, IEC standard voltages

IEC 60050-195: 1998, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 195:
Earthing and protection against electric shock

IEC 60050-421:1990, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 421:
Power transformers and reactors

IEC 60050-826:1982, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 826:
Electrical installations of buildings

IEC 60051(all parts), Direct acting indicating analogue electrical measuring
instruments and their accessories

IEC 60364-4-41:2001, Electrical installations of buildings – Part 4-41: Protection for
safety – Protection against electrical shock

IEC 60584-1:1995, Thermocouples – Part 1: Reference tables

IEC 60738-1: 1998, Thermistors – Directly heated positive step-function temperature
coefficient – Part 1: Generic specification

IEC 60998-1:2002, Connecting devices for low voltage circuits for household and
similar purposes – Part 1: General requirements

IEC 61000-3-2:2000, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits
for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)

IEC 61000-3-3:1994, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 3:
Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage power supply systems for
equipment with rated current ≤ 16 A

IEC 62041:2003, Power transformers, power supply units, reactors and similar
products – EMC requirements

CISPR 11: 2003, Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment –
Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement

CISPR 14: (all parts), Electromagnetic compatibility – Requirements for household
appliances, electric tools and similar apparatus

ISO 3: 1973, Preferred numbers – Series of preferred numbers

IEEE 101: 1987, IEEE guide for the statistical analysis of thermal life test data

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

IEC 60038: 1983 Стандартні напруги IEC

IEC 60050 – 195: 1998 Міжнародний електротехнічний словник (IEV) Глава 195.

Уземлення і захист від ураження електричним струмом

IEC 60050 -421: 1991 Міжнародний електротехнічний словник (IEV) Глава 421.

Силкові трансформатори та реактори

IEC 60050 – 826: 1982 Міжнародний електротехнічний словник (IEV) Глава 826.

Електрична ізоляція споруд

IEC 60051 (усі частини) Прилади аналогові показуючі, електровимірювальні та допоміжні частини до них

IEC 60364-4-41: 2001 Електричні установки споруд. Частина 4-41. Захист для безпечності. Захист від ураження електричним струмом

IEC 60584-1: 1998 Термопар. Частина 1. Довідкові таблиці.

IEC 60738-1:1998 Терморезистори прямого нагрівання з додатнім температурним коефіцієнтом опору. Частина 1. Загальні технічні умови

IEC 60998-1: 2002 Пристрої з'єднувальні для низьковольтних кіл побутового й аналогічного призначення. Частина 1. Загальні вимоги

IEC 61000-3-2: 2000 Електромагнітна сумісність (EMC). Частина 3-2. Норми – Норми на рівень випромінювання гармонік струму (струм, що виникає на приладах $\leq 16A$ на фазу)

IEC 62041: 2003 Силкові трансформатори, блоки живлення, реактори та аналогічні пристрої. Вимоги EMC

CISPR 11: 2003 Граничні значення і методи вимірювання електромагнітних завад, які завдає промислове, наукове, медичне радіочастотне (ISM) обладнання

CISPR 14: (усі частини) Електромагнітна сумісність. Вимоги до побутових приладів, електроінструменту та аналогічному електрообладнанню

ISO 3: 1973 Найкращі числа. Ряди переважних чисел

IEEE 101: 1987 Настанова IEEE щодо статистичного аналізу результатів випробування на термін служби з нагріву

29.180

Ключові слова: розділові трансформатори, безпечні розділові трансформатори, стаціонарні трансформатори, силові блоки живлення, реактори, загальні технічні вимоги, випробування, класифікація, маркування

Відкрите акціонерне товариство
«Український науково-дослідний, проектно-конструкторський
та технологічний інститут трансформаторобудування»
(ВАТ «ВІТ»)

Перший заступник
директора інституту

О.І. Сисуненко

Керівник розробки, начальник відділу
стандартизації і управління якістю

М.В. Одаренко

Відповідальний виконавець,
заступник начальника відділу

І.П. Кальченко