



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**УСТАТКОВАННЯ
ЕЛЕКТРИЧНЕ ДОПОМІЖНЕ
АВТОМАТИЧНІ ВИМИКАЧІ
ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД НАДСТРУМІВ
ПОБУТОВОГО ТА АНАЛОГІЧНОГО
УСТАТКОВАННЯ**

**Частина 1. Вимикачі змінного струму
(ІЕС 60898-1:2003, IDT)**

ДСТУ ІЕС 60898-1:2005

Видання офіційне

БЗ № 12–2005/989

Київ
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ
2009

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Державне київське конструкторське бюро «Луч»

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **О. Коростельов**, канд. техн. наук; **В. Новіков** (науковий керівник); **М. Новікова**

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Держспоживстандарту України від 30 грудня 2005 р. № 386 з 2007–07–01

3 Національний стандарт відповідає ІЕС 60898-1:2003 Electrical accessories — Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations — Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation (Устаткування електричне допоміжне. Автоматичні вимикачі для захисту від надструмів побутового й аналогічного устаткування. Частина 1. Вимикачі змінного струму)

Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)

Переклад з англійської (en)

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

Право власності на цей документ належить державі.
Відтворювати, тиражувати та розповсюджувати цей документ повністю чи частково
на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу Держспоживстандарту України заборонено.
Стосовно врегулювання прав власності треба звертатися до Держспоживстандарту України

Держспоживстандарт України, 2009

ЗМІСТ

	С.
Національний вступ	VIII
1 Сфера застосування й об'єкт стандартизації	1
2 Нормативні посилання	2
3 Терміни та визначення понять	4
3.1 Пристрої	4
3.2 Загальні терміни	4
3.3 Конструктивні елементи	5
3.4 Режими роботи	7
3.5 Характеристичні параметри	8
3.6 Терміни та визначення понять, пов'язані з координацією ізоляції	11
4 Класифікація	12
4.1 Відповідно до кількості полюсів	12
4.2 Відповідно до захисту від впливу зовнішніх чинників	12
4.3 Відповідно до способу монтування	12
4.4 Відповідно до способу з'єднування	12
4.5 Відповідно до сили струму миттєвого розчіплювання (див. 3.5.17)	13
4.6 Відповідно до $I^2 t$ характеристики	13
5 Характеристики автоматичних вимикачів	13
5.1 Перелік характеристик	13
5.2 Номінальні значення	13
5.3 Стандартні та переважні значення	14
6 Маркування та інша інформація щодо виробу	15
7 Нормальні умови експлуатування	17
7.1 Діапазон температур навколишнього повітря	17
7.2 Висота над рівнем моря	17
7.3 Атмосферні умови	17
7.4 Умови монтування	17
7.5 Ступінь забрудненості	17
8 Вимоги до конструкції та функціонування	17
8.1 Механічна конструкція	17
8.2 Захист від ураження електричним струмом	23
8.3 Властивості діелектриків та ізолювальна здатність	24
8.4 Перевищення температури	24
8.5 Безперервний режим роботи	25
8.6 Автоматична робота	25
8.7 Механічна та комутаційна зносостійкість	26
8.8 Функціонування за короткого замикання	26
8.9 Стійкість до механічного удару та поштовху	27
8.10 Теплостійкість	27

8.11 Стійкість до аномального нагрівання та вогню	27
8.12 Протикорозійна стійкість	27
9 Випробовування	27
9.1 Стандартні випробовування та їх послідовність	27
9.2 Умови випробовування	28
9.3 Випробовування на стійкість маркування	29
9.4 Перевіряння надійності гвинтів, струмопровідних частин і з'єднань	29
9.5 Перевіряння надійності виводів гвинтового типу для зовнішніх мідних провідників	30
9.6 Перевіряння захисту від ураження електричним струмом	31
9.7 Перевіряння властивостей діелектриків та ізолювальної здатності	31
9.8 Випробовування на перевищення температури та вимірювання втрати потужності	35
9.9 Двадцятивосьмиденне випробовування	36
9.10 Перевіряння характеристик розчіплювання	36
9.11 Перевіряння механічної та комутаційної зносостійкості	37
9.12 Випробовування на коротке замикання	38
9.13 Механічний вплив	47
9.14 Перевіряння теплостійкості	50
9.15 Стійкість до аномального нагрівання та вогнестійкість (випробовування розпеченим дротом)	51
9.16 Випробовування на протикорозійну стійкість	51
Додаток А Визначання коефіцієнта потужності за короткого замикання	62
Додаток В Визначання зазорів і довжин шляхів струму сили	63
Додаток С Кількість зразків, які треба подати, і випробувальні цикли, які треба застосувати, щоб перевірити на відповідність (13.5 ISO/IEC Guide 2:1991)	65
Додаток D Координаування за умов короткого замикання між автоматичним вимикачем та іншим захисним пристроєм від короткого замикання (SCPD), які діють разом в тому самому колі	69
Додаток Е Спеціальні вимоги до допоміжних кіл для безпечної низької напруги	74
Додаток F Приклади виводів	75
Додаток G Відповідність між мідними провідниками ISO і AWG	77
Додаток H Пристосовання для випробовування на коротке замикання	78
Додаток I Типові випробовування	79
Додаток J Додаткові вимоги до автоматичних вимикачів із безгвинтовим типом виводів для зовнішніх мідних провідників	80
Додаток К Додаткові вимоги до автоматичних вимикачів з плоскими швидко приєднуваними виводами	86
Додаток L Спеціальні вимоги до автоматичних вимикачів із гвинтовими типами виводів для зовнішніх необроблених алюмінієвих провідників з алюмінієвими гвинтовими типами виводів для використання з мідними й алюмінієвими провідниками	91
Бібліографія	100
Додаток НА Перелік національних стандартів України, ідентичних міжнародним стандартам, посилання на які є в цьому стандарті	100
Рисунок 1 — Самонарізний формувальний гвинт (3.3.22)	51

Рисунок 2 — Самонарізний різальний гвинт (3.3.23)	52
Рисунок 3 — Однополюсний автоматичний вимикач	52
Рисунок 4а — Двополюсний автоматичний вимикач з одним захищеним полюсом	52
Рисунок 4b — Двополюсний автоматичний вимикач з двома захищеними полюсами	52
Рисунок 5 — Триполюсний автоматичний вимикач (чи три однополюсні автоматичні вимикачі)	53
Рисунок 6 — Чотириполюсний автоматичний вимикач	53
Рисунок від 3 до 6 — Випробувальні кола для випробовування на коротке замикання	53
Рисунок 7 — Приклад запису випробовування на вмикання та вимикання за короткого замикання однополюсного пристрою однофазним змінним струмом	54
Рисунок 8 — Апарат для випробовування на механічний поштовх (9.13.1)	55
Рисунок 9 — Стандартний випробувальний щуп (9.6)	56
Рисунок 10 — Апарат для випробовування на механічний удар (9.13.2)	57
Рисунок 11 — Ударний елемент маятника апарату для випробовування на механічний удар (9.13.2)	57
Рисунок 12 — Монтажна опорна рама для випробовування на механічний удар (9.13.2)	58
Рисунок 13 — Приклад установлювання автоматичних вимикачів, які закріплюють задньою стінкою, для випробовування на механічний удар (9.13.2)	59
Рисунок 14 — Приклад монтування автоматичних вимикачів, призначених для встановлювання на розподільчому щиті, для випробовування на механічний удар (9.13.2)	60
Рисунок 15 — Прикладання сили для механічного випробовування автоматичного вимикача з установлюванням на рейках (9.13.2.3)	61
Рисунок 16 — Апарат для випробовування натисканням кулькою	61
Рисунок 17 — Приклад прикладання сили для механічного випробовування двополюсного автоматичного вимикача вставного типу, закріпленого в положенні, яке залежить лише від вставних з'єднань (9.13.2.4)	62
Рисунок В.1 — Рисунки застосування рекомендацій для довжин шляху струму спливу	64
Рисунок В.2 — Рисунки застосування рекомендацій для довжин шляху струму спливу	64
Рисунок D.1 — Координування надструму між автоматичним вимикачем і запобіжником або резервний захист запобіжником. Робочі характеристики	72
Рисунок D.2 — Повна селективність між двома автоматичними вимикачами	73
Рисунок D.3 — Резервний захист автоматичним вимикачем. Робочі характеристики	74
Рисунок F.1 — Приклади стрижневих виводів	75
Рисунок F.2 — Приклади гвинтових виводів і штифтових виводів	76
Рисунок F.3 — Приклади виводів супорта	76
Рисунок F.4 — Приклади виводів під наконечник	77
Рисунок Н.1 — Випробувальне пристосовання	78
Рисунок Н.2 — Коло ґратки	79
Рисунок Н.3 — Коло ґратки	79
Рисунок J.1 — З'єднувані зразки	84

Рисунок J.2 — Приклади безгвинтових виводів	85
Рисунок K.1 — Приклад розташування термопари для вимірювання перевищення температури	88
Рисунок K.2 — Розміри наконечників вилки	89
Рисунок K.3 — Розміри круглої заглибини фіксатора (див. рисунок K.2)	90
Рисунок K.4 — Розміри прямокутної заглибини фіксатора (див. рисунок K.2)	90
Рисунок K.5 — Розміри отворів фіксаторів	90
Рисунок K.6 — Розміри розетки з'єднувача	91
Рисунок L.1 — Загальний механізм випробовування	98
Рисунок L.2	98
Рисунок L.3	99
Рисунок L.4	99
Рисунок L.5	99
Рисунок L.6	99
Таблиця 1 — Переважні значення номінальної напруги	14
Таблиця 2 — Діапазони миттєвого розчіплювання	15
Таблиця 3 — Номінальна імпульсна витримувана напруга як функція номінальної напруги устаткування	15
Таблиця 4 — Мінімальні значення зазорів і довжин шляхів струму спливу	19
Таблиця 5 — Площі поперечних перерізів мідних провідників, приєднаних до гвинтових виводів	22
Таблиця 6 — Значення перевищення температури	24
Таблиця 7 — Часо-струмові робочі характеристики	25
Таблиця 8 — Перелік стандартних випробовувань	27
Таблиця 9 — Площі поперечних перерізів (S) випробувальних мідних провідників з відповідною номінальною силою струму	28
Таблиця 10 — Діаметр нарізі та прикладені крутильні моменти	29
Таблиця 11 — Зусилля натягу	30
Таблиця 12 — Розміри провідників	31
Таблиця 13 — Випробувальна напруга між відкритими контактами для перевіряння відповідності вимогам зазначеної ізоляції автоматичного вимикача номінальною імпульсною витримуваною напругою та висота над рівнем моря, за якої виконують випробовування	34
Таблиця 14 — Випробувальна напруга для перевіряння імпульсною витримуваною напругою частин, які не пройшли випробовування за 9.7.6.1	35
Таблиця 15 — Максимальна втрата потужності на полюс	36
Таблиця 16 — Застосування випробування на коротке замикання	39
Таблиця 17 — Діапазони коефіцієнтів потужності випробувального кола	41
Таблиця 18 — Співвідношення k між робочою комутаційною здатністю за короткого замикання (I_{cs}) і номінальною комутаційною здатністю за короткого замикання (I_{cn})	44

Таблиця 19 — Методика випробовування за I_{cs} однополюсних і двополюсних автоматичних вимикачів	45
Таблиця 20 — Методика випробовування за I_{cs} триполюсних і чотириполюсних автоматичних вимикачів	45
Таблиця 21 — Методика випробовування за I_{cs} за трифазних випробувань однополюсних автоматичних вимикачів із номінальною напругою 230/400 В	45
Таблиця 22 — Методика випробовування за I_{cn}	46
Таблиця 23 — Методика випробовування за I_{cn} за трифазних випробувань однополюсних автоматичних вимикачів із номінальною напругою 230/400 В	46
Таблиця С.1 — Випробувальні цикли	65
Таблиця С.2 — Кількість зразків для повної випробувальної процедури	66
Таблиця С.3 — Зменшення кількості зразків для серії автоматичних вимикачів, які мають різну кількість полюсів	67
Таблиця С.4 — Випробувальні цикли для серії автоматичних вимикачів із різними класами миттєвого розчіплювання	68
Таблиця J.1 — Приєднані провідники	82
Таблиця J.2 — Площі поперечних перерізів мідних провідників, приєднаних безгвинтовими типами виводів	82
Таблиця J.3 — Зусилля відриву	83
Таблиця К.1 — Інформаційна таблиця щодо кольорового коду розетки з'єднувача стосовно площі поперечного перерізу провідника	87
Таблиця К.2 — Сили у випробуванні на перевантаження	88
Таблиця К.3 — Розміри вилки	88
Таблиця К.4 — Розміри розетки з'єднувача	91
Таблиця L.1 — Маркування виводів	92
Таблиця L.2 — Площа поперечного перерізу приєднаних алюмінієвих провідників для гвинтових типів виводів	93
Таблиця L.3 — Перелік випробувань відповідно до матеріалу провідників і виводів	93
Таблиця L.4 — Приєднані провідники та їхні теоретичні діаметри	94
Таблиця L.5 — Площі поперечного перерізу (S) випробувальних алюмінієвих провідників, які відповідають номінальним силам струмів	95
Таблиця L.6 — Довжина випробувального провідника	95
Таблиця L.7 — Компенсатор і розміри шини електроживлення	96
Таблиця L.8 — Сила випробувального струму як функція номінальної сили струму	97
Таблиця L.9 — Приклад обчислювання для визначання середнього відхилення температури D	97

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад ІЕС 60898-1:2003 Electrical accessories — Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations — Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation (Устаткування електричне допоміжне. Автоматичні вимикачі для захисту від надструмів побутового й аналогічного устаткування. Частина 1. Вимикачі змінного струму).

Відповідальне за цей стандарт в Україні — Державне київське конструкторське бюро «Луч».

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

До цього стандарту внесено такі редакційні зміни:

— слова «ця частина ІЕС 60898» замінено на «цей стандарт»;

— структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Національний вступ», першу сторінку, «Терміни та визначення понять» і «Бібліографічні дані» — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;

— до розділу 2 «Нормативні посилання» і до додатків J, K долучено «Національне пояснення», виділене рамкою;

— з «Передмови до ІЕС 60898-1:2003» у цей «Національний вступ» взято те, що безпосередньо стосується цього стандарту;

— долучено національний додаток НА;

— скорочення «a.c.» та «d.c.» замінено на «змінний» та «постійний» струм;

— скорочення «r.m.s. значення» замінено на «середньоквадратичне значення».

У цьому стандарті нами помічено та виправлено такі помилки:

— у 9.12.8.2 позначку «A2» виправлено на «A₂» згідно з рисунком 7;

— на рисунку 12 наведено позначки 1—4, яких немає в оригіналі;

— в позначках селективної граничної сили струму на рисунку D.1 замість посилання на 3.5.14.5 має бути 3.5.14.6;

— у додатку L нумерація визначення понять має бути L.3.1—L.3.5 замість L.2.1—L.2.5;

— у додатку L, у L.9.2.2, у другому абзаці після таблиці L.7 згідно з рисунком L.1 число «25» замінено на «75».

Додатки A, D, F, G, HA — довідкові.

Додатки B, C, E, H, I, J, K, L — обов'язкові.

У цьому стандарті використовують такі типи друку:

— відповідні вимоги: звичайним шрифтом;

— *опис випробувань: курсивом;*

— пояснювальний матеріал: шрифтом меншого кегля.

Усі частини багаточастинного стандарту ІЕС 60227 впроваджено в Україні як національні стандарти України. Перші три частини багаточастинного стандарту ІЕС 60269 і останнє видання другої частини багаточастинного стандарту ІЕС 60898, зазначене в «Бібліографії», також впроваджені в Україні як національні ідентичні стандарти.

Решту стандартів в Україні не впроваджено, і чинних замість них немає. Копії цих стандартів можна отримати в Головному фонді нормативних документів.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**УСТАТКОВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНЕ ДОПОМІЖНЕ
АВТОМАТИЧНІ ВИМИКАЧІ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД НАДСТРУМІВ
ПОБУТОВОГО ТА АНАЛОГІЧНОГО УСТАТКОВАННЯ**

Частина 1. Вимикачі змінного струму

**ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ
АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ СВЕРХТОКОВ
БЫТОВОГО И АНАЛОГИЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Часть 1. Выключатели переменного тока

**ELECTRICAL ACCESSORIES
CIRCUIT-BREAKERS FOR OVERCURRENT PROTECTION
FOR HOUSEHOLD AND SIMILAR INSTALLATIONS**

Part 1. Circuit-breakers for a. c. operation

Чинний від 2007–07–01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ Й ОБ'ЄКТ СТАНДАРТИЗАЦІЇ

Цей стандарт застосовують до повітряних автоматичних вимикачів змінного струму для роботи за частоти 50 Гц або 60 Гц із номінальною напругою, що не перевищує 440 В (між фазами), номінальною силою струму, що не перевищує 125 А, та номінальною комутаційною здатністю за короткого замикання, що не перевищує 25 000 А.

Наскільки це можливо, вимоги цього стандарту треба узгоджувати з вимогами, які містяться в ІЕС 60947-2.

Ці автоматичні вимикачі призначені для захисту від струмів перевантаження в електропроводці устаткування будинків та аналогічного застосування; вони призначені, щоб їх використовував некваліфікований персонал, і не потребують обслуговування.

Вони передбачені для використання в навколишньому середовищі зі ступенем забрудненості 2.

Вони придатні для ізолювання.

Автоматичні вимикачі цього стандарту, за винятком номінальних значень 120 В або 120/240 В (див. таблицю 1), можна використовувати в ІТ-системах за умови, що вимоги ІЕС 60364-4-473:1977 разом зі зміною А1:1998 враховано.

Цей стандарт також застосовують до автоматичних вимикачів, які мають більше ніж одне значення номінальної сили струму, які забезпечують те, що засоби для змінення одного номінального значення на інше не доступне за нормального обслуговування, та що значення не може бути змінено без використання інструментів.

Цей стандарт не застосовують до:

- автоматичних вимикачів для захисту двигунів;
- автоматичних вимикачів, силу струму яких устанавлюють засобом, доступним для користувача.

Для автоматичних вимикачів, які мають ступінь захисту вище ніж 1P20 відповідно до ІЕС 60529, застосовуваних у приміщеннях з переважно жорсткими зовнішніми умовами (наприклад, надмірна вологість, нагрівання, чи охолодження, чи запиленість) та в місцях перебування вибухонебезпечних матеріалів (наприклад, де є ймовірність вибуху), може знадобитися спеціальна конструкція.

Вимоги до автоматичних вимикачів для роботи на змінному та постійному струмі наведено в ІЕС 60898-2.

Вимоги до автоматичних вимикачів, охоплюючи прилади розчіплювання початкового струму, містяться в ІЕС 61009-1, ІЕС 61009-2-1 та ІЕС 61009-2-2.

Рекомендації щодо узгоджування за умов короткого замикання роботи автоматичного вимикача з іншим захисним пристроєм від короткого замикання (SCPDs) наведено в додатку D.

Примітка 1. Для деяких інших умов, за яких виникають струми перевантаження, треба використовувати автоматичні вимикачі, які відповідають іншим стандартам (наприклад ІЕС 60947-2).

Примітка 2. Для навколишнього середовища з вищим ступенем забрудненості потрібно використовувати корпуси, які дають відповідний ступінь захисту.

Примітка 3. Автоматичні вимикачі в межах сфери застосування цього стандарту можна також використовувати для захисту від ураження електричним струмом за умови несправності залежно від характеристик розчеплення та характеристик устаткування. Критерій застосування з такою ціллю пов'язаний з правилами встановлювання.

Цей стандарт містить усі вимоги, необхідні, щоб гарантувати відповідність експлуатаційним характеристикам, заданим для цих пристроїв типовими випробуваннями.

Цей стандарт також містить подробиці стосовно необхідних умов випробування та методів випробування, необхідних, щоб гарантувати відтворюваність результатів випробувань.

Цей стандарт установлює:

- a) характеристики автоматичних вимикачів;
- b) умови, яким автоматичні вимикачі мають відповідати стосовно:
 - 1) їх роботи та режиму роботи за нормальних умов експлуатування;
 - 2) їх роботи та режиму роботи в разі перевантаження;
 - 3) їх роботи та режиму роботи в разі короткого замикання аж до їх номінальної комутаційної здатності за короткого замикання;
 - 4) властивостей діелектриків;
- c) випробування, призначені для того, щоб підтвердити, що ці умови забезпечено та методи контролювання прийнято для випробувань;
- d) дані, промарковані на пристроях;
- e) випробувальні цикли, які буде виконано, та кількість зразків, поданих для сертифікування (див. додаток C);
- f) координація за умов короткого замикання з іншим захисним пристроєм від короткого замикання (SCPD), що під'єднаний до того самого кола (див. додаток D);
- g) типові випробування, які буде виконано на кожному автоматичному вимикачі, щоб показати недопустимість змін у матеріалі чи виробництві, через імовірний вплив на безпечність (див. додаток I).

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Нижче наведено документи, на які є посилання, обов'язкові за умови застосування цього стандарту. У разі датованих посилань застосовують тільки наведену публікацію. У разі недатованих посилань застосовують останнє видання відповідного документа (разом із змінами).

IEC 60038 IEC standard voltages

IEC 60050(441) International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses

IEC 60060-1:1989 High-voltage test techniques — Part 1: General definitions and test requirements

IEC 60112 Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions

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

IEC 60228A:1982 First supplement to Publication 228, Conductors of insulated cables — Guide to the dimensional limits of circular conductors

IEC 60269 (all parts) Low-voltage fuses

IEC 60364 (all parts) Electrical installations of buildings

IEC 60364-4-41:1992 Electrical installations of buildings — Part 4: Protection for safety — Chapter 41: Protection against electric shock
 IEC 60364-4-473:1977 Electrical installations of buildings — Part 4: Protection for safety — Chapter 47: Application of protective measures for safety — Section 473: Measures of protection against overcurrent. Amendment 1:1998
 IEC 60417 (all parts) Graphical symbols for use on equipment
 IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
 IEC 60664-1 Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems — Part 1: Principles, requirements and tests
 IEC 60695-2-10 Fire hazard testing — Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods — Glow-wire apparatus and common test procedure
 IEC 60947-1:1999 Low-voltage switchgear and controlgear — Part 1: General rules
 IEC 60947-2:1996 Low-voltage switchgear and controlgear — Part 2: Circuit-breakers
 IEC 61545 Connecting devices — Devices for the connection of aluminium conductors in clamping units of any material and copper conductors in aluminium bodied clamping units — Group safety publication
 ISO/IEC Guide 2:1991 General terms and their definitions concerning standardization and related activities.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ.

IEC 60038 Стандартні напруги IEC
 IEC 60050(441) Міжнародний електротехнічний словник (IEV). Глава 441. Комутаційна апаратура, апаратура керування та плавкі запобіжники
 IEC 60060-1:1989 Методи випробовування високовольтні. Частина 1. Загальні терміни та визначення понять та вимоги до випробовування
 IEC 60112 Метод для визначання порівняльного та стійкого індексу трекінгу твердих ізоляційних матеріалів в умовах вологості
 IEC 60227 (усі частини) Кабелі, ізольовані полівінілхлоридом, на номінальні напруги до 450/750 В включно
 IEC 60228A:1982 Перше доповнення до Публікації 228, Провідники ізольованих кабелів. Рекомендації щодо розмірних допусків провідників круглого перерізу
 IEC 60269 (усі частини) Низьковольтні плавкі запобіжники
 IEC 60364 (усі частини) Електроустановлення будинків
 IEC 60364-4-41:1992 Електроустановлення будинків. Частина 4. Заходи щодо безпеки. Глава 41. Захист від ураження електричним струмом
 IEC 60364-4-473:1977 Електроустановлення будинків. Частина 4. Заходи щодо безпеки. Глава 47. Застосовування захисних заходів щодо безпеки. Параграф 473. Заходи щодо захисту від струмів перевантаження. Зміна 1:1998.
 IEC 60417 (усі частини) Позначки умовні, використовувані на установках
 IEC 60529 Ступені захисту, забезпечувані оболонками (IP-код)
 IEC 60664-1 Узгодженість ізоляції для установлення низьковольтних систем. Частина 1. Принципи, вимоги та випробовування
 IEC 60695-2-10 Випробовування на небезпеку виникнення пожежі. Частина 2-10. Методи випробовування на основі розпеченого до червона проводу, що перебуває під високою напругою. Прилади з розпеченим дротом і загальна процедура випробовування
 IEC 60947-1:1999 Низьковольтне контрольно-розподільче устаткування. Частина 1. Загальні правила
 IEC 60947-2:1996 Низьковольтне контрольно-розподільче устаткування. Частина 2. Автоматичні вимикачі
 IEC 61545 Пристрої з'єднувальні. Пристрої для приєднування алюмінієвих проводів до затискних елементів з будь-якого матеріалу та мідних дротів до алюмінієвих ущільнених затискних елементів. Групова публікація з безпеки
 ISO/IEC Guide 2:1991 Загальні терміни та їх визначення стосовно стандартизації та пов'язаної діяльності.

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті використано терміни та визначення понять, наведені в ІЕС 60050(441) та нижче.

3.1 Пристрої

3.1.1 комутаційний пристрій (*switching device*)

Пристрій, призначений для вмикання чи вимикання струму в одному чи кількох електричних колах.

[ІЕВ 441-14-01]

3.1.2 контактний комутаційний пристрій (*mechanical switching device*)

Комутаційний пристрій, призначений для замикання та розмикання одного та кількох електричних кіл контактами, які розмикаються.

[ІЕВ 441-14-02]

3.1.3 запобіжник (*fuse*)

Комутаційний пристрій, який плавленням одного чи кількох спеціально призначених елементів, розмикає коло, в який його під'єднано, та вимикає струм, коли сила його перевищує задане значення протягом достатнього проміжку часу.

[ІЕВ 441-18-01, модифікований]

3.1.4 автоматичний вимикач (контактний) (*circuit-breaker (mechanical)*)

Контактний комутаційний пристрій, здатний вмикати, проводити та вимикати струми за нормальних умов у колах, а також вмикати, проводити протягом установленого проміжку часу та автоматично вимикати струми за визначених аномальних умов у колах, таких, як коротке замикання.

[ІЕВ 441-14-20, модифікований]

3.1.5 уставний автоматичний вимикач (*plug-in circuit-breaker*)

Автоматичний вимикач, що має один чи кілька вставних виводів (див. 3.3.20), та призначений для використання з відповідними засобами для штекерного вмикання.

3.2 Загальні терміни

3.2.1 надструм (*over-current*)

Сила струму, що перевищує номінальне значення сили струму.

[ІЕВ 441-11-06]

3.2.2 струм перевантаження (*overload current*)

Надструм, що виникає в електрично непошкодженному колі.

Примітка. Струм перевантаження може спричинити пошкодження, якщо він триває протягом достатнього проміжку часу

3.2.3 струм короткого замикання (*short-circuit current*)

Надструм, що виникає внаслідок дефекту незначного імпедансу між точками, які призначені бути під різними потенціалами за нормальних умов експлуатування.

Примітка. Струм короткого замикання може бути через дефект або неправильне під'єднання.

[ІЕВ 441-11-07, модифікований]

3.2.4 головне коло (автоматичного вимикача) (*main circuit (of a circuit-breaker)*)

Усі струмопровідні частини автоматичного вимикача, які належать до кола, яке він має вмикати чи вимикати

3.2.5 коло керування (автоматичного вимикача) (*control circuit (of a circuit-breaker)*)

Коло (крім головного кола), призначене для операції вмикання, чи операції вимикання, чи обох операцій автоматичного вимикача

3.2.6 допоміжне коло (автоматичного вимикача) (*auxiliary circuit (of a circuit-breaker)*)

Усі струмопровідні частини автоматичного вимикача, які належать до кола, крім головного кола та кола керування автоматичного вимикача

3.2.7 полюс (автоматичного вимикача) (*pole (of a circuit-breaker)*)

Частина автоматичного вимикача, пов'язана тільки з одною електрично незалежною частиною головного кола, забезпечена контактами, передбаченими для під'єднування та від'єднування безпосередньо головного кола, та без тих частини, які забезпечені засобами для спільного монтування та оперування всіма полюсами

3.2.7.1 захищений полюс (*protected pole*)

Полюс, забезпечений розчіплювачем надструму (див. 3.3.6)

3.2.7.2 незахищений полюс (*unprotected pole*)

Полюс без розчіплювача надструму (див. 3.6.6), але за інших обставин зазвичай здатний виконати те саме, що і захищений полюс того самого автоматичного вимикача.

Примітка 1. Щоб гарантувати відповідність цим вимогам, незахищений полюс має бути тої самої конструкції, що і захищений полюс (полюси), або спеціальної конструкції.

Примітка 2. Якщо комутаційна здатність за короткого замикання незахищеного полюса відрізняється від того самого захищеного полюса (полюсів), то це повинен зазначати виробник

3.2.7.3 вимикальний нейтральний полюс (*switched neutral pole*)

Полюс, призначений тільки, щоб вимикати нейтралі, та не розрахований на комутаційну здатність за короткого замикання

3.2.8 увімкнене положення (*closed position*)

Положення, за якого забезпечено передбачену безперервність головного кола автоматичного вимикача

3.2.9 вимкнене положення (*open position*)

Положення, за якого забезпечено передбачений зазор між розімкненими контактами головного кола автоматичного вимикача

3.2.10 температура повітря (*air temperature*)**3.2.10.1 температура навколишнього повітря (*ambient air temperature*)**

Визначена за встановлених умов температура повітря, що оточує автоматичний вимикач (для автоматичних вимикачів у закритій оболонці — це повітря за межами оболонки).

[IEV 441-11-13, модифікований]

3.2.10.2 контрольна температура навколишнього повітря (*reference ambient air temperature*)

Температура навколишнього повітря, на якій основані часо-струмові характеристики

3.2.11 операція (*operation*)

Переміщення рухомого контакту (контактів) з вимкненого положення в увімкнене чи навпаки.

Примітка. Якщо необхідно розрізняти, то операцію в електричному сенсі (вмикання чи вимикання струму) називають «комутаційною операцією» й операцію в механічному сенсі (вмикання чи вимикання без струму) називають «механічною операцією»

3.2.12 робочий цикл (*operating cycle*)

Послідовність операцій переміщення з одного положення в інше з поверненням у перше положення

3.2.13 послідовність операцій (контактного комутаційного апарату) (*operation sequence (of a mechanical switching device)*)

Послідовність зазначених операцій, які проводять у встановлений проміжок часу.

[IEV 441-16-03]

3.2.14 безперервний режим роботи (*uninterrupted duty*)

Режим роботи, за якого головні контакти автоматичного вимикача залишаються увімкненими під час проходжування незмінного струму без переривання протягом довгих періодів (які можуть бути тижнями, місяцями чи навіть роками).

3.3 Конструктивні елементи**3.3.1 головний контакт (*main contact*)**

Контакт, що належить до головного кола автоматичного вимикача та призначений пропускати в увімкненому положенні струм головного кола

3.3.2 дугогасильний контакт (*arcing contact*)

Контакт, на якому передбачають виникнення дуги.

Примітка. Контакт, що гасить дугу, може бути головним контактом. Він може бути окремим контактом, виконаним так, щоб розмикатися після та замикатися раніше іншого контакту, який він призначений захистити від пошкодження.

[IEV 441-15-08]

3.3.3 контакт керування (*control contact*)

Контакт, що належить до кола керування автоматичного вимикача та механічно зрушуваний цим автоматичним вимикачем

3.3.4 допоміжний контакт (*auxiliary contact*)

Контакт, що належить до допоміжного кола та механічно зрушуваний автоматичним вимикачем (наприклад, для позначання положення контактів)

3.3.5 розчіплювач (*release*)

Пристрій, механічно з'єднаний з автоматичним вимикачем, який звільняє утримувальні засоби та допускає автоматичне вимикання автоматичного вимикача (або вбудований в нього)

3.3.6 розчіплювач надструму (*overcurrent release*)

Розчіплювач, який змушує автоматичний вимикач розімкнутися, з витримкою часу чи без, коли сила струму в розчіплювачі перевищує задане значення.

Примітка. В деяких випадках це значення може залежати від швидкості зростання струму

3.3.7 розчіплювач надструму із зворотно залежною витримкою часу (*inverse time-delay overcurrent release*)

Розчіплювач надструму, що спрацьовує після витримання часу, що має обернено пропорційну залежність від значення надструму.

Примітка. Такий розчіплювач може бути виконано так, щоб витримка часу наближалася до певного мінімуму за великих значень надструмів

3.3.8 первинний розчіплювач надструму (*direct overcurrent release*)

Розчіплювач надструму, що задіяно безпосередньо струмом головного кола автоматичного вимикача

3.3.9 розчіплювач перевантаження (*overload release*)

Розчіплювач надструму, передбачений для захисту від перевантаження

3.3.10 струмопровідна частина (*conductive part*)

Частина, що може проводити струм, але необов'язково призначена для проведення струму за нормальних умов експлуатування

3.3.11 відкрита струмопровідна частина (*exposed conductive part*)

Струмопровідна частина, доступна безпосередньому дотику та яка зазвичай не перебуває під напругою, але може опинитися під напругою в разі пошкодження.

Примітка. Такими відкритими струмопровідними частинами є металеві стінки оболонки, металеві руків'я керування тощо

3.3.12 вивід [клема] [затискач] (*terminal*)

Провідна частина пристрою, передбачена для багаторазового під'єднування до електромережі зовнішніх кіл

3.3.13 гвинтовий тип виводу (*screw-type terminal*)

Вивід для приєднування та наступного від'єднування провідника чи з'єднування двох або більше провідників, передбачених для демонтуювання, приєднують безпосередньо чи непрямо гвинтами чи гайками будь-якого типу

3.3.14 стрижневий вивід (*pillar terminal*)

Гвинтовий тип виводу, в який провідник уставлено в отвір або порожнину, де його затиснуто стрижнем гвинта (гвинтів). Зусилля затиснення може бути застосовано безпосередньо стрижнем гвинта чи через проміжну ланку, що затискає елемент, до якого зусилля прикладають стрижнем гвинта.

Примітка. Приклади стрижневих виводів показано в додатку F, рисунок F.1

3.3.15 гвинтовий вивід (*screw terminal*)

Гвинтовий тип виводу, в якому провідник затиснуто під головкою гвинта. Зусилля затиснення може бути застосовано безпосередньо головкою гвинта чи через проміжну ланку, наприклад шайбу, затискну пластину та пристрій, що не розплющує.

Примітка. Приклади гвинтових виводів показано в додатку F, рисунок F.2

3.3.16 штифтовий вивід (*stud terminal*)

Гвинтовий тип виводу, в якому провідник затиснуто під гайкою. Зусилля затиснення може бути

застосовано безпосередньо гайкою відповідної форми чи через проміжну ланку, наприклад шайбу, затискну пластину та пристрій, що не розплющує.

Примітка. Приклади штифтових виводів показано в додатку F, рисунок F.2

3.3.17 вивід супорта (*saddle terminal*)

Гвинтовий тип виводу, в якому провідник затиснуто під супортом двома чи більшою кількістю гвинтів або гайок.

Примітка. Приклади виводів супорта показано в додатку F, рисунок F.3

3.3.18 вивід під наконечник (*lug terminal*)

Гвинтовий вивід або штифтовий вивід, призначений для затискання кабельного наконечника чи стрижня гвинтом або гайкою.

Примітка. Приклади виводів під наконечник показано в додатку F, рисунок F.4

3.3.19 безгвинтовий вивід (*screw-less terminal*)

З'єднувальний вивід для приєднування та наступного від'єднування одного провідника чи з'єднування двох або більше провідників, призначених для демонтування, приєднують безпосередньо чи непрямо пружинами, клинами, ексцентриками та конусами тощо без спеціальної підготовки провідника, крім видалення ізоляції

3.3.20 вставний вивід (*plug-in terminal*)

Вивід, електричне приєднування та від'єднування якого можна виконати без зсуву провідників відповідного кола.

З'єднування виконують без використання інструментів та забезпечують пружністю нерухомих і/чи рухомих частин та/чи пружинами

3.3.21 самонарізний гвинт (*tapping screw*)

Гвинт, виготовлений з матеріалу з вищим опором до деформації, що вставлений обертанням в заглибину в матеріалі, який має менший опір до деформації.

Гвинт має конічну нарізь зі зменшенням діаметра нарізі в кінці гвинта.

Нарізь, зроблена угвинчуванням гвинта, надійно сформована тільки після достатньої кількості обертів, що перевищує кількість витків нарізі на конічному відрізьку

3.3.22 самонарізний формувальний гвинт (*thread-forming tapping screw*)

Самонарізний гвинт з неперервною наріззю. Він не призначений для видалення матеріалу із заглибини.

Примітка. Приклад самонарізного формувального гвинта показано на рисунку 1

3.3.23 самонарізний різальний гвинт (*thread-cutting tapping screw*)

Самонарізний гвинт із переривною наріззю. Він передбачений для видалення матеріалу із заглибини.

Примітка. Приклад самонарізного різального гвинта показано на рисунку 2.

3.4 Режими роботи

3.4.1 операція вмикання (*closing operation*)

Операція, якою автоматичний вимикач переводять із вимкненого положення в увімкнене

3.4.2 операція вимикання (*opening operation*)

Операція, якою автоматичний вимикач переводять з увімкненого положення у вимкнене

3.4.3 залежна ручна операція (*dependent manual operation*)

Операція, виконувана тільки прикладеною енергією руки так, що швидкість і сила операції залежить від дії оператора.

[IEV 441-16-13]

3.4.4 незалежна ручна операція (*independent manual operation*)

Операція, виконувана від енергії руки, запасеної та звільненої в одній безперервній дії так, що швидкість і сила операції не залежить від дії оператора.

[IEV 441-16-16]

3.4.5 автоматичний вимикач з вільним розчепленням (*trip-free circuit-breaker*)

Автоматичний вимикач, рухливі контакти якого повертаються у розімкнуте положення та залишаються в ньому, коли автоматичну операцію вимикання задіяно після початку операції вмикання, навіть якщо команда на вмикання продовжує утримуватися.

Примітка. Щоб забезпечити нормальне вимикання струму, який міг би виникнути, може виявитися необхідним, щоб контакти на короткий проміжок часу досягли увімкненого положення.

3.5 Характеристичні параметри

Якщо немає інших вказівок, то всі значення сили струму та напруги — це середньоквадратичні значення.

3.5.1 номінальне значення (*rated value*)

Зазначене значення будь-якого характеристичного параметра, що визначає умови роботи, для яких автоматичний вимикач розроблено та сконструйовано

3.5.2 очікуваний струм (кола стосовно автоматичного вимикача) (*prospective current (of a circuit, and with respect to a circuit-breaker)*)

Струм, що протікав би в колі, якщо б кожний полюс автоматичного вимикача було замінено провідником із зовсім малим повним опором.

Примітка. Очікуваний струм може бути кваліфіковано також як фактичний струм, наприклад, очікуваний струм вимикання, очікуваний піковий струм.

[IEV 441-17-01, модифікований]

3.5.3 очікуваний піковий струм (*prospective peak current*)

Пікове значення очікуваної сили струму під час перехідного періоду, що починається після виникнення струму.

Примітка. У визначенні мається на увазі те, що струм увімкнено ідеальним автоматичним вимикачем, тобто з миттєвим переходом від нескінченно великого значення повного опору до нуля. Для кіл, де струм може протікати кількома різними шляхами, наприклад, для багатофазних кіл, припускають також, що струм увімкнено одночасно в усіх полюсах, навіть якщо розглядають струм в одному полюсі.

[IEV 441-17-02]

3.5.4 максимальний очікуваний піковий струм (кола змінного струму) (*maximum prospective peak current (of an a.c. circuit)*)

Очікувана сила пікового струму, що виникає в той момент, коли досягнуто найбільше можливе значення піка.

Примітка. Для багатополюсних автоматичних вимикачів в багатофазному колі максимальний пік очікуваного струму стосується тільки одного полюса.

[IEV 441-17-04]

3.5.5 комутаційна здатність (вмикання та вимикання) за короткого замикання (*short-circuit (making and breaking) capacity*)

Змінний складник очікуваної сили струму, вираженої його дійовим значенням, яку автоматичний вимикач може вмикати, проводити за час свого вимикання та вимикати за певних умов

3.5.5.1 гранична комутаційна здатність вимикання за короткого замикання (*ultimate short-circuit breaking capacity*)

Комутаційна здатність вимикання, для якої запропоновані умови відповідно до зазначеного циклу випробовування не передбачають здатності автоматичного вимикача проводити силу струму, що дорівнює 0,85 від його сили струму нерозчіплювання, протягом умовного проміжку часу

3.5.5.2 робоча комутаційна здатність вимикання за короткого замикання (*service short-circuit breaking capacity*)

Комутаційна здатність вимикання, для якої запропоновані умови відповідно до зазначеного циклу випробовування передбачають здатність автоматичного вимикача проводити силу струму, що дорівнює 0,85 від його сили струму нерозчіплювання, протягом умовного проміжку часу

3.5.6 струм вимикання (*breaking current*)

Сила струму в одному полюсі автоматичного вимикача в момент виникнення дуги в процесі вимикання

3.5.7 прикладена напруга (*applied voltage*)

Напруга, що існує між виводами полюса автоматичного вимикача безпосередньо перед вмиканням струму.

Примітка. Це визначення стосується однополюсного пристрою. Для багатополюсного пристрою прикладеною напругою є напруга на вхідних виводах пристрою

3.5.8 відновна напруга (recovery voltage)

Напруга, наявна на виводах полюса автоматичного вимикача після вимкнення струму.

Примітка 1. Цю напругу можна розглядати протягом двох послідовних проміжків часу, на першому з яких напруга перехідна, а на другому — це напруга промислової частоти.

Примітка 2. Це визначення стосується однополюсного пристрою. Для багатопольсного пристрою відновна напруга — це напруга між вхідними виводами пристрою.

[IEV 441-17-25, модифікований]

3.5.8.1 перехідна відновна напруга (transient recovery voltage)

Відновна напруга за проміжок часу, коли вона має помітно виражений перехідний характер.

Примітка. Перехідна напруга може бути коливальною, чи неколивальною, чи їх комбінацією залежно від характеру кола й автоматичного вимикача. Вона охоплює також зсув напруги нейтралі багатозначного кола.

[IEV 441-17-26, модифікований]

3.5.8.2 відновна напруга промислової частоти (power-frequency recovery voltage)

Відновна напруга після завершення перехідного процесу.

[IEV 441-17-27]

3.5.9 тривалість розмикання (opening time)

Проміжок часу, виміряного від моменту, коли в автоматичному вимикачі, що перебуває в замкненому положенні, сила струму в головному колі досягає значення спрацювання пристрою розчіплювання надструму, до моменту роз'єднання контактів, що гасять дугу, в усіх полюсах.

Примітка. Тривалість розмикання зазвичай називають тривалістю розчіплювання, хоча точніше, тривалість розчіплювання стосується проміжку часу між початковим моментом періоду розмикання та моментом, в якому команда стає незворотною

3.5.10 тривалість дуги (arcing time)**3.5.10.1 тривалість дуги полюса (arcing time of a pole)**

Проміжок часу між моментом виникнення дуги в полюсі та моментом остаточного її погашення в цьому полюсі.

[IEV 441-17-37, модифікований]

3.5.10.2 тривалість дуги багатопольсного автоматичного вимикача (arcing time of a multipole circuit-breaker)

Проміжок часу між моментом першого виникнення дуги та моментом остаточного її погашення в усіх полюсах.

[IEV 441-17-38]

3.5.11 тривалість вимикання (break time)

Проміжок часу між початком тривалості розмикання автоматичного вимикача та кінцем тривалості дуги.

3.5.12 I^2t (інтеграл Джоуля) (I^2t (Joule integral))

Інтеграл квадрата сили струму за відповідний проміжок часу:

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

3.5.13 характеристика I^2t автоматичного вимикача (I^2t characteristic of a circuit-breaker)

Крива, що відображає максимальні значення I^2t як функцію очікуваної сили струму в зазначених умовах експлуатування

3.5.14 координування між послідовно з'єднаними пристроями захисту від надструмів (co-ordination between over-current protective devices in series)**3.5.14.1 координування захисту від надструму пристроїв захисту від надструмів (over-current protective co-ordination of over-current protective devices)**

Координування двох або більше послідовно з'єднаних пристроїв захисту від надструмів, щоб гарантувати розпізнання (селективність) надструму та/чи резервний захист.

[ІЕС 60947-1, поняття 2.5.22]

3.5.14.2 селективність за надструмів (over-current discrimination)

Таке координування спрацьовування двох або більше пристроїв захисту від надструмів, за якої в разі виникнення надструмів у заданих межах, пристрій, призначений для спрацьовування в цих

межах, спрацьовує, в той час, як інший пристрій (інші пристрої) залишається (залишаються) без пошкоджень.

[IEV 441-17-15]

3.5.14.3 резервний захист (*back-up protection*)

Координування надструму двох послідовно з'єднаних пристроїв захисту від надструмів, де пристрій захисту зазвичай, але необов'язково розміщено зі сторони напруги живлення, захищає від надструму іншим пристроєм захисту чи без нього та запобігає надмірній нарузі на останньому.

[IEC 60947-1, поняття 2.5.24]

3.5.14.4 повне розпізнавання (повна селективність) (*total discrimination (total selectivity)*)

Розпізнавання надструму, за яким у разі наявності двох послідовно з'єднаних пристроїв захисту від надструмів, пристрій захисту від побічних ефектів навантаження захищає без того, щоб спричинювати дію іншого пристрою захисту.

[IEC 60947-1, поняття 2.17.2]

3.5.14.5 часткове розпізнавання (часткова селективність) (*partial discrimination (partial selectivity)*)

Розпізнавання надструму, за яким у разі наявності двох послідовно з'єднаних пристроїв захисту від надструмів, пристрій захисту від побічних ефектів навантаження захищає аж до встановленого рівня надструму без того, щоб спричинювати дію іншого пристрою захисту.

[IEC 60947-1, поняття 2.17.3]

3.5.14.6 селективна гранична сила струму I_s (*selectivity limit current I_s*)

Струмова координата точки перетину повної часо-струмової характеристики пристрою захисту зі сторони навантаження та додужової (для плавких запобіжників) або часо-струмової характеристики вимикання (для автоматичних вимикачів) іншого пристрою захисту.

Селективна гранична сила струму (див. рисунок D.1 цього стандарту) — граничне значення сили струму,

— нижче якого, за наявності двох послідовно з'єднаних пристроїв захисту від надструмів, пристрій захисту зі сторони навантаження завершує операцію вимикання до того, як її почне другий пристрій захисту (тобто селективність забезпечено);

— вище якого, за наявності двох послідовно з'єднаних пристроїв захисту від надструмів, пристрій захисту зі сторони навантаження може не встигнути завершити операцію вимикання до того, як її почне другий пристрій захисту (тобто селективність не забезпечено).

[IEC 60947-2, поняття 2.17.4]

3.5.14.7 сила струму перетинання I_B (*take-over current I_B*)

Струмова координата точки перетину часо-струмових характеристик двох пристроїв захисту від надструмів.

Примітка. Сила струму перетинання — струмова координата точки перетину між максимальною тривалістю вимикання/характеристик струму двох послідовно з'єднаних пристроїв захисту від надструмів.

[IEV 441-17-16]

3.5.14.8 умовна сила струму короткого замикання (кола чи комутаційного пристрою) (*conditional short-circuit current (of a circuit or a switching device)*)

Очікувана сила струму, яку коло чи комутаційний пристрій, захищені певним пристроєм захисту від короткого замикання, може задовільно витримувати увесь робочий час того пристрою за певних умов використання та режиму.

Примітка 1. Для цього стандарту пристрій захисту від струмів короткого замикання зазвичай автоматичний вимикач або запобіжник.

Примітка 2. Це визначення відрізняється від IEC 441-17-20, розширюючи поняття струму обмежувального пристрою в пристрої захисту від струмів короткого замикання, функція якого не тільки обмежувати силу струму.

[IEC 60947-1, поняття 2.5.29]

3.5.14.9 номінальна умовна сила струму короткого замикання I_{nc} (*rated conditional short-circuit current I_{nc}*)

Значення очікуваної сили струму, яке заявив виробник, що устаткування, захищене пристроєм захисту від надструмів, який визначив виробник, може витримувати задовільно під час роботи цього пристрою за умов випробовування за необхідним стандартом виробу.

[IEC 60947-1, поняття 4.3.6.4]

3.5.15 умовна сила струму нерозчіплювання I_{nt} (conventional non-tripping current I_{nt})

Задане значення сили струму, яке автоматичний вимикач здатен пропускати зазначений проміжок часу (умовний проміжок часу) без вимикання

3.5.16 умовна сила струму розчіплювання I_t (conventional tripping current I_t)

Задане значення сили струму, яке спричинює розмикання автоматичного вимикача за зазначений проміжок часу (умовний проміжок часу)

3.5.17 сила струму миттєвого розчіплювання (instantaneous tripping current)

Мінімальне значення сили струму, що спричинює спрацювання автоматичного вимикача автоматично без навмисної затримки часу.

3.6 Терміни та визначення понять, пов'язаних з координацією ізоляції**3.6.1 координація ізоляції (insulation co-ordination)**

Взаємна кореляція характеристик ізоляції електричного устаткування, в якій враховані очікуване мікросередовище та вплив навантаження.

[ІЕС 60664-1, поняття 1.3.1]

3.6.2 робоча напруга (working voltage)

Найвище середньоквадратичне значення змінної чи постійної напруги паралельне будь-якій конкретній ізоляції, яке може бути, коли устаткування живиться номінальною напругою.

[ІЕС 60664-1, поняття 1.3.5]

Примітка 1. Перехідні процеси ігнорують.

Примітка 2. Беруть до уваги як стан розімкненого кола, так і нормальний режим роботи

3.6.3 перенапруга (overvoltage)

Будь-яка напруга, що має пікове значення, яке перевищує відповідне пікове значення максимальної сталої напруги в нормальному робочому режимі.

[ІЕС 60664-1, поняття 1.3.7]

3.6.4 імпульсна витримувана напруга (impulse withstand voltage)

Найвище пікове значення імпульсної напруги запропонованої форми та полярності, яке не спричинює пробій ізоляції за нормального режиму роботи.

[ІЕС 60664-1, поняття 1.3.8.1]

3.6.5 категорії перенапруги (overvoltage category)

Цифра, що визначає короточасні умови перенапружування

[ІЕС 60664-1, поняття 1.3.10]

3.6.6 макросередовище (macro-environment)

Середовище камери чи іншого місця, в яке устаткування встановлюють чи в ньому використовують.

[ІЕС 60664-1, поняття 1.3.12.1]

3.6.7 мікросередовище (micro-environment)

Безпосередньо прилегла поверхня ізоляції, задані розміри якої особливо впливають на довжину шляху струму спливу.

[ІЕС 60664-1, поняття 1.3.12.2]

3.6.8 забрудненість (pollution)

Будь-яка додаткова забрудненість матеріалу, твердого тіла, рідинного чи газоподібного середовища, яке може призвести до зниження електричної міцності чи поверхневого питомого опору ізоляції.

[ІЕС 60664-1, поняття 1.3.11]

3.6.9 ступінь забрудненості (pollution degree)

Цифра, що характеризує очікуване забруднення мікросередовища.

Примітка. Ступінь забрудненості, якому піддано устаткування, може відрізнятися від такого макросередовища, де устаткування перебуває під захистом запропонованих засобів, таких, як, наприклад, закрите виконання чи внутрішнє нагрівання, щоб захистити від поглинання чи конденсації вологи.

[ІЕС 60664-1, поняття 1.3.13]

3.6.10 ізолювання (ізолювальна функція) (*isolation (isolating function)*)

Функція, що полягає в перериванні живлення всього устаткування чи окремої секції, від'єднуванні від кожного джерела електричної енергії задля безпеки.

[ІЕС 60947-1, поняття 2.1.19, модифіковане]

3.6.11 ізолювальна відстань (полюса контактної комутаційної пристрою) (*isolating distance (of a pole of a mechanical switching device)*)

Ізоляційний проміжок між розімкненими контактами, що відповідає вимогам щодо безпеки, зазначеним для ізоляції.

[ІЕВ 441-17-35]

3.6.12 ізоляційний проміжок (*clearance*)

Найкоротша відстань у повітрі між двома електропровідними частинами вздовж нитки, натягнутої по найкоротшому шляху між ними (див. додаток В).

Примітка. Щоб визначити ізоляційний проміжок до доступних частин, доступну поверхню ізоляційного корпусу вважають струмопровідною, наче було покрито металевою фольгою скрізь, де можна торкнутися рукою чи стандартним випробувальним щупом відповідно до рисунка 9.

[ІЕВ 441-17-31, модифікований]

3.6.13 довжина шляху струму спливу (*creepage distance*)

Найкоротша відстань по поверхні ізоляційного матеріалу між двома електропровідними частинами (див. додаток В).

Примітка. Щоб визначити довжину шляху струму спливу до доступних частин доступну поверхню ізоляційного корпусу вважають струмопровідною, наче було покрито металевою фольгою скрізь, де можна торкнутися рукою чи стандартним випробувальним щупом відповідно до рисунка 9.

4 КЛАСИФІКАЦІЯ

Автоматичні вимикачі покласифіковано згідно з кількома критеріями.

4.1 Відповідно до кількості полюсів:

- однополюсні автоматичні вимикачі;
- двополюсний автоматичний вимикач з одним захищеним полюсом;
- двополюсний автоматичний вимикач з двома захищеними полюсами;
- триполюсний автоматичний вимикач з трьома захищеними полюсами;
- чотириполюсний автоматичний вимикач з трьома захищеними полюсами;
- чотириполюсний автоматичний вимикач з чотирма захищеними полюсами.

Примітка. Полюс, який є незахищеним полюсом, має бути:

- «незахищений» (див. 3.2.7.2), або
- «вимикальний нейтральний полюс» (див. 3.2.7.3).

4.2 Відповідно до захисту від впливу зовнішніх чинників:

- закритий тип (не потребує відповідного корпусу);
- незакритий тип (застосовують з відповідним корпусом).

4.3 Відповідно до способу монтування:

- поверхневий тип;
- утоплений тип;
- панельно-щитовий тип, що називають типом розподільних щитків.

Примітка. Ці типи можуть бути призначені для установлювання на рейках.

4.4 Відповідно до способу з'єднування

4.4.1 Відповідно до системи фіксування:

- автоматичні вимикачі, електричні з'єднання яких не пов'язані з механічним монтажем;
- автоматичні вимикачі, електричні з'єднання яких пов'язані з механічним монтажем.

Примітка. Прикладами цього типу є:

- вставний тип;
- прогоновий тип;
- гвинтовий тип.

Деякі автоматичні вимикачі можуть бути виконані так, що забезпечують вставне та прогонове з'єднання тільки зі сторони вхідних виводів, виводи навантаження є зазвичай придатними для приєднування кіл.

4.4.2 Відповідно до типу виводів:

- автоматичний вимикач із гвинтовим типом виводів для зовнішніх мідних провідників;
- автоматичні вимикачі з безгвинтовим типом виводів для зовнішніх мідних провідників;

Примітка 1. Вимоги до автоматичних вимикачів, устаткованих цим типом виводів, наведено в додатку J.

- автоматичні вимикачі з плоским швидко з'єднуваним виводом для зовнішніх мідних провідників;

Примітка 2. Вимоги до автоматичних вимикачів, устаткованих цим типом виводів, наведено в додатку K.

- автоматичні вимикачі із гвинтовим типом виводів для зовнішніх алюмінієвих провідників.

Примітка 3. Вимоги до автоматичних вимикачів, устаткованих цим типом виводів, перебувають на розгляді.

4.5 Відповідно до сили струму миттєвого розчіплювання (див. 3.5.17):

- В-тип;
- С-тип;
- D-тип.

Примітка. Вибір конкретного типу може залежати від правил установлювання.

4.6 Відповідно до I^2t характеристики

Додатково до I^2t характеристики, що забезпечує виробник, автоматичні вимикачі може бути покласифіковано відповідно до їх I^2t характеристики.

5 ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ**5.1 Перелік характеристик**

Потрібно зазначати такі характеристики автоматичних вимикачів:

- кількість полюсів (див. 4.1);
- захист від впливу зовнішніх чинників (див. 4.2);
- спосіб монтування (див. 4.3);
- спосіб з'єднування (див. 4.4);
- значення номінальної робочої напруги (див. 5.3.1);
- значення номінальної сили струму (див. 5.3.2);
- значення номінальної частоти (див. 5.3.3);
- діапазон сили струму миттєвого розчіплювання (див. 4.5 та 5.3.5);
- значення номінальної комутаційної здатності за короткого замикання (див. 5.3.4);
- I^2t характеристика (див. 3.5.13);
- I^2t класифікація (див. 4.6).

5.2 Номінальні значення**5.2.1 Номінальні напруги****5.2.1.1 Номінальна робоча напруга (U_e)**

Номінальна робоча напруга (далі — номінальна напруга) автоматичного вимикача — це значення напруги, яке установив виробник, пов'язане з його функціонуванням (особливо за короткого замикання).

Примітка. Для того самого автоматичного вимикача може бути встановлено кілька номінальних напруг і пов'язаних значень номінальної комутаційної здатності за короткого замикання.

5.2.1.2 Номінальна напруга ізоляції (U_i)

Номінальна напруга ізоляції автоматичного вимикача — це значення напруги, яке установив виробник, за якого визначають випробувальні напруги діелектрика та довжину шляху струму спливу.

Якщо інше не зазначено, то значення номінальної напруги ізоляції — це максимальне значення номінальної напруги автоматичного вимикача. Значення максимальної номінальної напруги не повинно перевищувати значення номінальної напруги ізоляції.

5.2.1.3 Номінальна імпульсна витримувана напруга (U_{imp})

Номінальна імпульсна витримувана напруга автоматичного вимикача дорівнює стандартному значенню номінальної імпульсної витримуваної напруги чи вище, що зазначено в таблиці 3.

5.2.2 Номінальна сила струму (I_n)

Сила струму, яку зазначив виробник, — це сила струму, яку автоматичний вимикач може проводити в безперервному режимі роботи (див. 3.2.14) за визначеної контрольної температури навколишнього повітря.

Стандартна контрольна температура навколишнього повітря становить 30 °С. Якщо для автоматичного вимикача застосовують іншу контрольну температуру навколишнього повітря, то необхідно брати до уваги її вплив на захист кабелів від перевантаження, бо згідно з правилами монтування, воно також ґрунтується на контрольній температурі навколишнього повітря 30 °С.

Примітка. Для довідки, контрольну температуру навколишнього повітря 25 °С для захисту від перевантаження кабелів було встановлено згідно з ІЕС 60364.

5.2.3 Номінальна частота

Номінальна частота автоматичного вимикача — це промислова частота, на яку автоматичний вимикач розроблено та якому відповідають значення інших характеристик.

Той самий автоматичний вимикач може бути призначено для кількох значень номінальної частоти.

5.2.4 Номінальна комутаційна здатність за короткого замикання (I_{cn})

Номінальна комутаційна здатність за короткого замикання — це значення максимальної комутаційної здатності за короткого замикання (див. 3.5.5.1), яке встановив виробник на автоматичний вимикач.

Примітка. Цій номінальній комутаційній здатності за короткого замикання автоматичного вимикача відповідає робоча комутаційна здатність за короткого замикання (I_{cs}) (див. таблицю 18).

5.3 Стандартні та переважні значення

5.3.1 Переважні значення номінальної напруги

Переважні значення номінальної напруги наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 — Переважні значення номінальної напруги

Автоматичний вимикач	Коло живлення автоматичного вимикача	Номінальна напруга автоматичного вимикача застосовувана в системах 230 В, 230/400 В, 400 В, В	Номінальна напруга автоматичного вимикача застосовувана в системах 120/240 В, 240 В, В
Однополюсний	Однофазний (фаза—нейтраль або фаза—фаза)	230	—
	Трифазний — чотирипровідний	230	—
	Однофазний (фаза—заземлений середній провідник або фаза—нейтраль)	—	120
	Однофазний (фаза—нейтраль) або трифазний, використовують три однополюсних автоматичних вимикача (трипровідний або чотирипровідний)	230/400	—
Двополюсний	Однофазний (фаза—нейтраль або фаза—фаза)	230	—
	Однофазний (фаза—фаза)	400	240
	Однофазний (фаза—фаза, трипровідний)	—	120/240
	Трифазний (чотирипровідний)	230	—
Триполюсний	Трифазний (трипровідний або чотирипровідний)	400	240
Чотириполюсний	Трифазний (чотирипровідний)	400	—

Примітка 1. В ІЕС 60038 значення напруги мережі електроживлення 230/400 В стандартизовані. Це значення має поступово замінити значення 220/380 В та 240/415 В.

Примітка 2. Скрізь, де в цьому стандарті є посилання на 230 В або 400 В, їх можна розуміти, як 220 В або 240 В, 380 або 415 В, відповідно.

Примітка 3. Скрізь, де в цьому стандарті є посилання на 120 В або 120/240 В, їх можна розуміти, як 100 В або 100/200 В, відповідно.

5.3.2 Переважні значення номінальної сили струму

Переважають значення номінальної сили струму:

6 А, 8 А, 10 А, 13 А, 16 А, 20 А, 25 А, 32 А, 40 А, 50 А, 63 А, 80 А, 100 А та 125 А.

5.3.3 Стандартні значення номінальної частоти

Стандартні значення номінальної частоти — 50 Гц та 60 Гц.

5.3.4 Стандартні значення номінальної комутаційної здатності за короткого замикання**5.3.4.1 Стандартні значення до 10 000 А включно**

Стандартні значення номінальної комутаційної здатності за короткого замикання до 10 000 А включно:

1500 А, 3000 А, 4500 А, 6000 А, 9000 А.

Примітка. У деяких країнах значення 1000 А, 2000 А, 2500 А, 5000 А, 7500 А та 9000 А також вважають стандартними.

Відповідний діапазон коефіцієнтів потужності наведено в 9.12.5.

5.3.4.2 Значення понад 10 000 А до 25 000 А включно

Для значень понад 10 000 А до 25 000 А включно краще значення 20 000 А.

Відповідний діапазон коефіцієнтів потужності наведено в 9.12.5.

5.3.5 Стандартні діапазони миттєвого розчіплювання

Стандартні діапазони миттєвого розчіплювання наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 — Діапазони миттєвого розчіплювання

Тип	Діапазон
B	Понад $3I_n$ до $5I_n$
C	» $5I_n$ » $10I_n$
D	» $10I_n$ » $20I_n^{a)}$
^{a)} Для спеціальних випадків можна також використовувати значення до $50I_n$.	

5.3.6 Стандартні значення номінальної імпульсної витримуваної напруги (U_{imp})

У таблиці 3 наведено стандартні значення номінальної імпульсної витримуваної напруги як функції номінальної напруги устаткування.

Таблиця 3 — Номінальна імпульсна витримувана напруга як функція номінальної напруги устаткування

Номінальна імпульсна витримувана напруга U_{imp} , кВ	Номінальна напруга устаткування	
	Трифазні системи, В	Однофазні системи із заземленою середньою точкою, В
2,5 ^{a)}	—	120/240 ^{b)}
4 ^{a)}	230/400, 250/440	120/240, 240 ^{c)}

Примітка 1. Випробувальну напругу для перевірки ізоляції див. в таблиці 14.

Примітка 2. Випробувальну напругу, щоб перевірити ізолювальну відстань паралельно розімкненим контактам, див. у таблиці 13.

^{a)} Значення 3 кВ та 5 кВ, відповідно, використовують, щоб перевірити ізолювальну відстань паралельно розімкненим контактам понад 2000 м (див. таблиці 4 та 13).

^{b)} Для практики устанавлювання в Японії.

^{c)} Для практики устанавлювання в північноамериканських країнах.


6 МАРКОВАННЯ ТА ІНША ІНФОРМАЦІЯ ЩОДО ВИРОБУ

На кожному автоматичному вимикачі мають бути стійко промарковані такі дані:

- a) назва чи торговельна марка виробника;
- b) визначення типу, каталожний або серійний номер;
- c) номінальна(-і) напруга (напруги);

- d) номінальна сила струму без позначки «А» з попередньою позначкою типу миттєвого розчіплювання (В, С або D), наприклад В16;
- e) номінальна частота, якщо автоматичний вимикач розраховано тільки на одну частоту (див. 5.3.3);
- f) номінальна комутаційна здатність за короткого замикання, в амперах;
- g) монтажна схема, якщо правильний спосіб під'єднування неочевидний;
- h) контрольна температура навколишнього повітря, якщо вона відрізняється від 30 °С;
- i) ступінь захисту (тільки якщо відрізняється від IP20);
- j) для типу D автоматичного вимикача: максимальна сила струму миттєвого розчіплювання, якщо понад 20 I_n (див. таблицю 2);
- k) номінальна імпульсна витримувана напруга U_{imp} , якщо це 2,5 кВ.

Маркування d) має бути чітко видно після встановлення автоматичного вимикача. Якщо на малогабаритних пристроях доступного місця недостатньо, то маркування a), b), c), e), f), h), i) та j) можна розмістити на боковій або задній стінці автоматичного вимикача. Маркування g) можна нанести на внутрішню поверхню будь-якої накривки, яку зніматимуть, щоб приєднати провідники живлення, але його не наносять на бирку, вільно прикріплену до автоматичного вимикача. Будь-яку іншу не позначену інформацію повинен наводити в документації виробник.

Відповідність ізоляції, яку забезпечують усі автоматичні вимикачі за цим стандартом, може бути позначено на пристрої символом . Коли необхідно, то це маркування може бути внесено в монтажну схему, де його може бути об'єднано з символами інших функцій, наприклад захист від перевантаження, чи іншими символами технічного комітету 3 ІЕС¹⁾. Коли символ застосовують самостійно (тобто не в монтажній схемі), то комбінацію із символами інших функцій не дозволено.

Примітка 1. В таких країнах, як DK, FI, NO, SE та ZA маркування символу автоматичного вимикача обов'язкове, щоб вказати, що пристрій забезпечує ізоляцію виходу пристрою. В цих країнах необхідно, щоб символ був безсумнівно та безпомилково видно, коли автоматичний вимикач встановлено для роботи та привод доступний.

Примітка 2. В Австралії це маркування на автоматичному вимикачі є обов'язковим, але необов'язково, щоб було видимим після встановлення.

Якщо на пристрої промарковано ступінь захисту вище ніж IP20 згідно з ІЕС 60529, то ступінь захисту необхідно забезпечити, незважаючи на метод установлювання. Якщо вищий ступінь захисту отримано тільки певним методом установлювання та/чи, вживаючи певних заходів (наприклад, покрив виводів, захисні оболонки тощо), то це повинен зазначити в документації виробник.

На запит виробник повинен надавати I^2t характеристику (див. 3.5.13).

Виробник може вказувати I^2t класифікацію (див. 4.6) та відповідно маркувати автоматичний вимикач.

Для автоматичних вимикачів, якими керують не кнопками, розімкнуте положення потрібно позначати символом О (коло) та увімкнене положення — символом І (коротка вертикальна пряма лінія). Додаткові національні символи для цього позначання допустимі. Тимчасово допустиме застосування цього національного символу. Ці символи мають бути добре видимими на встановленому автоматичному вимикачі.

Якщо автоматичними вимикачами керують двома кнопками, то кнопку, призначену тільки для операції розмикання, треба позначати червоним кольором та/або маркувати символом О.

Червоний колір не допустимо використовувати для жодної іншої кнопки автоматичного вимикача.

Якщо кнопку застосовують, щоб замикає контакти, та це чітко визначено, то для позначання увімкненого положення контакта достатньо її вдавлювання.


Якщо одну кнопку застосовують, щоб замикає та розмикає контакти, та це чітко визначено, то для позначання увімкненого положення достатньо, щоб вона залишалась вдавненою. З іншої сторони, коли кнопка не залишається вдавненою, то слід передбачити додатковий символ положення контактів.


Для автоматичних вимикачів із багатьма номінальними струмами максимальне значення треба маркувати відповідно до маркування d), та, крім того, значення, на яке автоматичний вимикач відрегульовано, потрібно вказувати без неоднозначності.

Якщо необхідно розрізняти вхідні та вихідні виводи, то перші треба позначати стрілками, направленими до автоматичного вимикача, другі — стрілками, направленими від автоматичного вимикача.

¹⁾ Технічний комітет 3 ІЕС: Документація та графічні символи.

Виводи, призначені виключно для нейтралі, потрібно позначати літерою «N».

Виводи, призначені для захисного провідника, якщо він передбачений, треба позначати символом  (ІЕС 60417-5019).

Примітка 3. Символ  (ІЕС 60417-5017), рекомендований раніше, буде поступово замінено кращим символом за ІЕС 60417-5019.

Маркування має бути незмивним і чітким, та його не можна наносити на гвинти, шайби й інші знімні частини.

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуваннями за 9.3.

7 НОРМАЛЬНІ УМОВИ ЕКСПЛУАТУВАННЯ

Автоматичні вимикачі, які відповідають вимогам цього стандарту, мають функціювати за наведених нижче нормальних умов.

7.1 Діапазон температур навколишнього повітря

Температура навколишнього повітря не повинна перевищувати 40 °C, та її середнє значення протягом 24 год не повинно перевищувати 35 °C.

Нижня межа температури навколишнього повітря мінус 5 °C.

Автоматичні вимикачі використовувані за температур навколишнього повітря понад 40 °C (наприклад, в країнах з тропічним кліматом) або нижче ніж мінус 5 °C потрібно спеціально розробляти чи використовувати відповідно до інформації, наведеної в каталозі виробника.

7.2 Висота над рівнем моря

Взагалі висота установлювання над рівнем моря не перевищує 2000 м (6600 фт).

Під час установлювання на більшій висоті необхідно брати до уваги зменшення електричної міцності ізоляції й охолоджувальну дію повітря. Автоматичні вимикачі, використовувані за цих умов, треба спеціально розробляти чи використовувати згідно з угодою, яку укладають між собою виробник і користувач. Інформація, наведена в каталозі виробника, може замінити таку угоду.

7.3 Атмосферні умови

Повітря має бути чистим, і його відносна вологість не повинна перевищувати 50 % за максимальної температури 40 °C.

Вища відносна вологість допустима за нижчих температур, наприклад, 90 % за температури 20 °C.

Треба вжити заходів щодо безпеки (наприклад, дренажні отвори) від помірної конденсації вологи, яка може іноді бути через зміну температури.

7.4 Умови монтажування

Автоматичні вимикачі потрібно встановлювати відповідно до інструкцій виробника.

7.5 Ступінь забрудненості

Автоматичні вимикачі за цим стандартом призначені для навколишнього середовища зі ступенем забрудненості 2, тобто відбувається тільки непровідне забруднення; іноді, проте, можна очікувати тимчасової питомої електропровідності, спричиненої конденсацією.

8 ВИМОГИ ДО КОНСТРУКЦІЇ ТА ФУНКЦІЮВАННЯ

8.1 Механічна конструкція

8.1.1. Загальні положення

Автоматичний вимикач треба проектувати та виробляти так, щоб він надійно працював за нормальних умов експлуатування та не становив небезпеки для користувача чи навколишнього середовища.

Взагалі, відповідність перевіряють випробовуваннями, передбаченими для цього.

8.1.2 Механізм

Рухомі контакти багатополюсних автоматичних вимикачів потрібно механічно з'єднувати так, щоб усі полюси, крім того, що вимикає нейтраль, якщо є, вмикали та вимикали майже разом незалежно від того, керують ними вручну чи автоматично, навіть якщо перевантаженню піддано тільки один захищений полюс.

Вимикальний нейтральний полюс (див. 3.2.7.3) чотириполюсних автоматичних вимикачів не повинен розмикатися пізніше та замикатися раніше захищених полюсів.

Відповідність перевіряють оглядом і ручним випробовуванням, використовуючи будь-які відповідні засоби (наприклад, сигнальну лампу, осцилограф тощо).

Якщо полюс із відповідною комутаційною здатністю вмикання та вимикання за короткого замикання використовують як нейтральний полюс та автоматичний вимикач має незалежну ручну операцію (див. 3.4.4), то всі полюси, разом із нейтральним, можуть спрацювати приблизно одночасно.

Автоматичні вимикачі повинні мати механізм вільного розчіплювання.

Треба передбачити можливість вмикання та вимикання вручну. Для вставного типу автоматичних вимикачів без ручки керування цю вимогу не можна задовольнити тому, що цей автоматичний вимикач можна зняти з основи.

Автоматичний вимикач потрібно конструювати так, щоб рухомі контакти могли перебувати в стані спокою лише в увімкненому положенні (див. 3.2.8) або у вимкненому положенні (див. 3.2.9), навіть якщо робочий засіб розблоковано в проміжне положення.

Автоматичні вимикачі мають забезпечувати у вимкненому положенні (див. 3.2.9) ізолювальну відстань згідно з вимогами необхідності, щоб задовольняти ізолювальну функцію (див. 8.3). Позначити вимкнене та увімкнене положення головних контактів треба одним або обома з наведених нижче способів:

- положенням приводу (це буде краще), або
- окремим механічним індикатором.

Якщо застосовують окремий механічний індикатор, щоб показати положення головних контактів, то необхідно показати червоним кольором для увімкненого положення (ON), та зеленим кольором для вимкненого положення (OFF).

Засоби наношування символу положення контакту мають бути надійними.

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуваннями за 9.10.2.

Автоматичний вимикач треба розробляти так, щоб привод, передня пластина чи накривка були правильно встановлені лише способом, який гарантує правильне позначання положення контакту.

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуванням за 9.12.12.1 та 9.12.12.2.

Якщо використовують робочий засіб, щоб вказати положення контактів, він під час розчіплювання має автоматично зайняти положення, що відповідає положенню рухомих контактів; в цьому разі робочий засіб повинен мати два видимі вихідні положення, які відповідають положенню контактів, але для автоматичного вимикання можна передбачити третє видиме положення робочого засобу.

На роботу механізму не повинно впливати положення корпусу чи накривки, та вона повинна бути незалежна від будь-якої знімної частини.

Накривку, яку заплombував виробник у необхідному положенні, вважають незнімною частиною.

Якщо накривку використовують як спрямовувальний засіб для натискних кнопок, то видалення кнопок із зовнішньої сторони автоматичного вимикача має бути неможливим.

Робочий засіб треба надійно закріплювати на валах так, щоб видалити їх без інструментів було неможливо. Робочий засіб, установлений безпосередньо на накривку, допускають.

Якщо робочий засіб має переміщуватися «знизу-вверх», коли автоматичний вимикач встановлено як для нормального використання, то контакти мають замикатися рухом механізму знизу вгору.

Примітка 1. Тимчасово в деяких країнах допустиме замикання рухом зверху вниз.

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуванням вручну.

Коли засоби передбачив або визначив виробник, щоб блокувати робочі засоби в розімкненому положенні, то блокування у цьому положенні має бути можливим тільки тоді, коли головні контакти перебувають у розімкненому положенні.

Примітка 2. Блокувати робочий засіб в замкненому положенні дозволено для спеціального застосування.

Відповідність перевіряють оглядом, враховуючи рекомендації виробника.

8.1.3 Зазори та довжина шляху струму спливу (див. додаток В)

Мінімальні обов'язкові зазори та довжини шляхів струму спливу для автоматичних вимикачів, призначених для роботи в навколишньому середовищі зі ступенем забрудненості 2, наведено в таблиці 4. Однак, зазори за пунктами 2, 4 та 5 треба зменшувати, якщо вони витримують випробування на номінальну імпульсну напругу.

Ізоляційні матеріали покласифіковано на групи матеріалів за їх порівняльним індексом трекінгостійкості (СТІ) відповідно до 2.7.1.1 та 2.7.1.3 з ІЕС 60664-1.

Таблиця 4 — Мінімальні значення зазорів і довжин шляхів струму спливу

	Мінімальні значення зазорів, мм			Мінімальні значення довжин шляхів струму спливу ^{e), f)} , мм											
	Номінальна напруга, В			Група IIIa ^{h)} (175 В ≤ CTI < 400 В) ^{d)}				Група II (400 В ≤ CTI < 600 В) ^{d)}				Група I (600 В ≤ CTI) ^{d)}			
	<i>U_{imp}</i>			Робоча напруга ^{e)} , В											
	2,5 кВ	4,0 кВ	4,0 кВ												
Опис	120/ 240 120	120/ 240 240	230/ 400 230 400	> 25 ≤ 50 ⁱ⁾	120	250	400	> 25 ≤ 50 ⁱ⁾	120	250	400	> 25 ≤ 50 ⁱ⁾	120	250	400
1. Між частина- ми, які перебу- вають під напру- гою, роз'єдна- ними, коли головні контакти в розімкненому положенні ^{a)}	2,0	4,0	4,0	1,2	2,0	4,0	4,0	0,9	2,0	4,0	4,0	0,6	2,0	4,0	4,0
2. Між частина- ми, які перебу- вають під напру- гою різної поляр- ності ^{a)}	1,5	3,0	3,0	1,2	1,5	3,0	4,0	0,9	1,5	3,0	3,0	0,6	1,5	3,0	3,0
3. Між колами, які живляться від різних джерел, один з яких PELV чи SELV ^{g)}	3,0	6,0	8,0	—	3,0	6,0	8,0	—	3,0	6,0	8,0	—	3,0	6,0	8,0
				Номінальна напруга, В											
				120/240		230/400		120/240		230/400		120/240		230/400	
4. Між частинами, які перебувають під напругою, та — доступними поверхнями робочих засобів — гвинтовими чи іншими засобами кріплення накривок, які потрібно вида- лити під час установлювання автоматичного вимикача — поверхнею, на якій автоматичний вимикач встанов- лено ^{b)} — гвинтами чи іншими засобами закріплювання автоматичних вимикачів ^{b)}	1,5	3,0	3,0	1,5		4,0		1,5		3,0		1,5		3,0	

Кінець таблиці 4

	Мінімальні значення зазорів, мм			Мінімальні значення довжин шляху струму спливу ^{e), f)} , мм					
	Номінальна напруга, В			Група IIIa ^{h)} (175 В ≤ CTI < 400 В) ^{d)}		Група II (400 В ≤ CTI < 600 В) ^{d)}		Група I (600 В ≤ CTI) ^{d)}	
	<i>U_{imp}</i>			Номінальна напруга, В					
	2,5 кВ	4,0 кВ	4,0 кВ						
Опис	120/240 120	120/240 240	230/400 230 400	120/240	230/400	120/240	230/400	120/240	230/400
— металевими накривками чи кожухом ^{b)} — іншими доступними металевими частинами ^{c)} — металевими опорними рамами автоматичних вимикачів утопленого типу									
5. Між металевими частинами та — доступними металевими частинами ^{c)} — гвинтами чи іншими засобами закріплення автоматичних вимикачів — металевими опорними рамами автоматичних вимикачів утопленого типу									

Примітка 1. Значення, наведені для 400 В, також дійсні для 440 В.

Примітка 2. Частини нульового проводу, якщо такий є, розглядають як частини, які перебувають під напругою.

Примітка 3. Правила визначання розмірів для твердого ізоляційного матеріалу перебувають на розгляді.

Примітка 4. Необхідно вжити заходів щодо безпеки, щоб забезпечити адекватні зазори та довжини шляхів струмів спливу між частинами автоматичних вимикачів, які перебувають під напругою різної полярності, наприклад, вставного типу, встановлені близько один до одного.

^{a)} Значення для допоміжних контактів і контактів керування наведено у відповідному стандарті.

^{b)} Значення подвоюють, якщо зазори чи довжини шляхів струму спливу між частинами, які перебувають під напругою, та металевим екраном або поверхнею, на яку автоматичний вимикач встановлено, не залежать від конструкції автоматичного вимикача, тільки так, щоб їх можна було зменшити, коли автоматичний вимикач встановлено за найнесприятливіших умов.

^{c)} Разом із металевою фольгою, що контактує з поверхнями ізоляційних матеріалів, які стають доступними після встановлення як для нормального використання. Фольга засунута в кути, заглибини тощо прямим роз'єднувальним випробувальним щупом згідно з 9.6 (див. рисунок 9).

^{d)} Див. IEC 60112.

^{e)} Інтерполяція допустима у визначанні довжини шляхів струму спливу, які відповідають проміжному значенню напруги, зазначеної як робоча напруга. Для визначання довжини шляхів струму спливу див. додаток В.

^{f)} Довжина шляхів струму спливу не може бути менше ніж пов'язані зазори.

^{g)} Щоб охопити всі різні напруги, охоплюючи ELV в допоміжному контакті.

^{h)} Для матеріалів групи IIb (100 В ≤ CTI < 175 В) застосовують значення для матеріалів групи IIIa помножене на 1,6.

ⁱ⁾ Для робочих напруг до 25 В включно може бути виконано за IEC 60664-1.

8.1.4 Гвинти, струмопровідні частини та з'єднання

8.1.4.1 З'єднання, незалежно електричні чи механічні, мають витримувати механічні навантаження, які трапляються за нормального використання.

Гвинти, використовувані для монтування під час установлювання автоматичного вимикача, не повинні бути самонарізного типу.

Примітка 1. Гвинти (або гайки), використовувані, щоб установити автоматичний вимикач, охоплюють гвинти для установлювання накривок або покривної плити, але не для приєднування ізоляційних трубок і щоб закріплювати основу автоматичного вимикача.

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуванням за 9.4.

Примітка 2. Гвинтові з'єднання перевіряють випробовуваннями за 9.8, 9.9, 9.12, 9.13 та 9.14.

8.1.4.2 Для гвинтів, які закручують у наріз із ізоляційного матеріалу та які застосовують під час монтування автоматичного вимикача під час установлювання, правильне введення гвинта у гвинтовий отвір або гайку треба гарантувати.

Відповідність перевіряють оглядом і ручним випробовуванням.

Примітка. Вимоги стосовно правильного уведення виконано, якщо неможливо увести гвинт з нахилом, наприклад, направляючи гвинт у заглибину з внутрішньою нарізкою, або гвинтами з вилученою ведучою нарізкою.

8.1.4.3 Електричні з'єднання потрібно так розробляти, щоб контактний тиск не передавався через ізоляційний матеріал, крім кераміки, чистої слюди чи іншого матеріалу з не менш відповідними характеристиками, якщо немає достатньої пружності в металевих частинах, щоб компенсувати будь-які можливі усадки чи деформації ізоляційних матеріалів.

Відповідність перевіряють оглядом.

Примітка. Придатність матеріалів оцінюють за стабільністю розмірів.

8.1.4.4 Струмопровідні частини та контакти разом з частинами захисних провідників, якщо вони є, мають бути з

— міді;

— сплаву, що містить принаймні 58 % міді для частин, які піддають холодній обробці, або принаймні 50 % міді для інших частин;

— іншого металу чи металу з відповідним покриттям, не менш стійкого до корозії, ніж мідь, та з не менш придатними механічними властивостями.

Примітка. Нові вимоги та випробування на визначення протикорозійної стійкості перебувають на розгляді. Ці вимоги уможливають використання інших матеріалів з відповідним покриттям.

Вимоги цього підпункту не стосуються контактів, магнітних контурів, нагрівальних елементів, біметалевих, струмообмежувальних матеріалів, шунтів, частин електронних пристроїв, а також гвинтів, гайок, шайб, затискних пластин та аналогічних частин виводів.

8.1.5 Виводи для зовнішніх провідників

8.1.5.1 Виводи для зовнішніх провідників мають забезпечувати таке приєднання провідників, що гарантує постійний необхідний контактний тиск.

Пристрої з'єднування, призначені для приєднування шини, допустимі, якщо їх не використовують для приєднування кабелю.

Такі пристрої можуть бути вставного чи прогонового типу.

Такі виводи мають бути легко доступні за передбачених умов використання.

Відповідність перевіряють оглядом, випробовуваннями за 9.5 для виводів гвинтового типу, спеціальними випробовуваннями на вставних або прогонових автоматичних вимикачах, охоплених цим стандартом, або випробовуваннями за додатками J або K, важливими для типу приєднування.

8.1.5.2 Автоматичні вимикачі треба забезпечити виводами, які уможливають приєднування мідних провідників із номінальною площею поперечного перерізу згідно з таблицею 5.

Примітка 1. Приклади можливих конструкцій виводів гвинтового типу наведено в додатку F.

Відповідність перевіряють оглядом, вимірюванням і примірюванням по черзі одного провідника з найменшою та одного провідника з найбільшою площею поперечного перерізу, як визначено.

Таблиця 5 — Площі поперечних перерізів мідних провідників, приєднаних до гвинтових виводів

Номинальна сила струму ^{a)} , А	Діапазон номінальних площ поперечного перерізу, які буде затиснуто, мм ²
До 13 та включно	Від 1,0 до 2,5
Понад 13 та до 16 включно	» 1,0 » 4,0
» 16 » 25 »	» 1,5 » 6,0
» 25 » 32 »	» 2,5 » 10,0
» 32 » 50 »	» 4,0 » 16,0
» 50 » 80 »	» 10,0 » 25,0
» 80 » 100 »	» 16,0 » 35,0
» 100 » 125 »	» 25,0 » 50,0
^{a)} Необхідно, щоб для номінальних сил струмів до 50 А включно, виводи було розроблено так, щоб затискати як одножильні, так і жорсткі багатожильні провідники; використання гнучких провідників допустиме. Однак, допустимі виводи для провідників з площами поперечного перерізу від 1,0 мм ² до 6,0 мм ² треба розробляти, щоб затискати лише одножильні провідники.	

Примітка 2. Для AWG мідних провідників див. додаток G.

8.1.5.3 Засоби для фіксування провідників у виводах не повинні слугувати для установлювання будь-якого іншого складника, хоча вони можуть утримувати виводи на місці чи заважати їх обертанню.

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуваннями за 9.5.

8.1.5.4 Виводи для номінальних сил струмів до 32 А включно уможливлють приєднування провідників без спеціальної підготовки.

Відповідність перевіряють оглядом.

Примітка. Термін «спеціальна підготовка» охоплює паяння жили провідника, використання кабельних наконечників, формування петель тощо, але не змінювання форми провідника перед його введенням у вивід або скручування гнучкого провідника для закріплення його кінця.

8.1.5.5 Виводи повинні мати адекватну механічну міцність. Гвинти та гайки для закріплення провідників потрібно виготовляти так, щоб вони мали метричну нарізь ISO чи іншу нарізь, подібну за кроком та механічною міцністю.

Відповідність перевіряють оглядом та випробовуваннями за 9.4 та 9.5.1.

Примітка. Тимчасово можна використовувати нарізь SI, BA та UN, бо вони фактично еквівалентні за кроком та механічною міцністю метричній нарізі ISO.

8.1.5.6 Виводи треба так конструювати, щоб вони приєднували провідник без надмірного пошкодження провідника.

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуваннями за 9.5.2.

8.1.5.7 Виводи треба так конструювати, щоб вони приєднували провідник надійно та між металевими поверхнями.

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуваннями за 9.4 та 9.5.1.

8.1.5.8 Виводи треба конструювати чи розташувати так, щоб ні жорсткий одножильний провідник, ні дріт багатожильного провідника не могли вискочити під час затягування гвинтів або гайок.

Ці вимоги не стосуються шинних виводів.

Відповідність перевіряють випробовуванням за 9.5.3.

8.1.5.9 Виводи треба встановлювати чи розташувати так, щоб під час затягування чи послаблення затискних гвинтів або гайок кріплення виводів до автоматичних вимикачів не розбовтувалося.

Примітка 1. У цих вимогах не мається на увазі, що виводи треба конструювати так, щоб запобігти їх обертанню чи зсуву, але будь-яке переміщення потрібно достатньо обмежити, щоб запобігти невиконанню вимог цього стандарту.

Примітка 2. Використання герметизувального компаунду чи смоли вважають достатнім, щоб запобігти розбовтуванню виводу за умов, що

- герметизувальний компаунд або смола не піддають навантаженню за нормальних умов роботи, та
- ефективність герметизувального компаунду чи смоли не знижується через температури, досягнуті виводами за найбільш несприятливих умов, визначених цим стандартом.

Відповідність перевіряють оглядом, вимірюванням і випробовуванням за 9.4.

8.1.5.10 Затискні гвинти чи гайки виводів, призначені для приєднування захисних провідників, треба відповідно захищати від можливого послаблення.

Відповідність перевіряють випробовуванням вручну.

Примітка. Взагалі, конструкція виводів (приклади яких наведено в додатку F) забезпечує достатню пружність, щоб було виконано ці вимоги; для інших конструкцій можуть бути необхідні спеціальні заходи, як, наприклад, використання відповідної еластичної частини, яку навряд чи буде випадково видалено.

8.1.5.11 Стрижневі виводи уможливають повне вставляння та надійне затискання провідника.

Відповідність перевіряють оглядом після того, як одножильний провідник найбільшої площі поперечного перерізу, зазначеної для відповідного значення номінальної сили струму в таблиці 5 було повністю вставлено та повністю приєднано, застосовуючи обертальні рухи згідно з таблицею 10.

8.1.5.12 Гвинти та гайки виводів, призначені для приєднування зовнішніх провідників, мають входити в зачеплення з нарізкою, та гвинти не повинні бути самонарізного типу.

8.1.6 Невзаємозамінність

Для автоматичних вимикачів, передбачених для встановлювання на основах, які утворюють з ним одне ціле (вставного чи гвинтового типу), після монтажу та під'єднання як для нормального використання буде неможливо замінити автоматичний вимикач іншим, того самого типу з більшим значенням номінальної сили струму без інструментів.

Відповідність перевіряють оглядом.

Примітка. Вираз «як для нормального використання» означає, що автоматичний вимикач встановлено згідно з інструкцією виробника.

8.1.7 Механічний монтаж автоматичних вимикачів вставного типу

Механічний монтаж автоматичних вимикачів вставного типу, закріплене положення яких не залежить тільки від їх уставного з'єднання (з'єднань), має бути надійним і стабільним.

8.1.7.1 Автоматичні вимикачі вставного типу, закріплене положення яких не залежить виключно від їх уставного з'єднання (з'єднань)

Відповідність механічного монтажу перевіряють відповідним випробовуванням за 9.13.

8.1.7.2 Автоматичні вимикачі вставного типу, закріплене положення яких залежить тільки від їх уставного з'єднання (з'єднань)

Відповідність механічного монтажу перевіряють відповідним випробовуванням за 9.13.

8.2 Захист від ураження електричним струмом

Автоматичні вимикачі потрібно конструювати так, щоб, коли їх встановлено та приєднано як для нормального використання (див. 8.1.6), частини, які перебувають під напругою, були недоступні.

Частину вважають «доступною», якщо до неї можна торкнутися випробувальним щупом (див. 9.6).

В автоматичних вимикачах невставного типу зовнішні частини, за винятком гвинтів або інших засобів закріплювання накривок та етикеток, доступні після вмонтування та приєднання автоматичних вимикачів як для нормального використання мають бути чи з ізоляційного матеріалу, чи покриті ізоляційним матеріалом, якщо частини, які перебувають під напругою, не розміщено всередині оболонки з ізоляційного матеріалу.

Обшивки необхідно закріплювати так, щоб їх не було загублено під час встановлювання автоматичних вимикачів. Вони повинні мати адекватну товщину та механічну міцність і забезпечувати необхідний захист у місцях із гострими краями.

Вхідні отвори для кабелів або кабелепроводи необхідно виготовляти з ізоляційного матеріалу чи забезпечувати втулками або іншими пристроями з ізоляційного матеріалу. Такі пристрої треба надійно закріплювати, та вони повинні мати адекватну механічну міцність.

Для автоматичних вимикачів вставного типу зовнішні частини, крім гвинтів або інших засобів для закріплення накривок, доступних за нормальних умов використання, необхідно виготовляти з ізоляційного матеріалу.

Металеві робочі засоби треба ізолювати від частин, які перебувають під напругою, та їх незахищені струмопровідні частини потрібно покривати ізоляційним матеріалом. Ця вимога не стосується засобів з'єднання ізольованих робочих засобів різних полюсів. Металеві частини механізму не мають бути доступні. Крім того, їх треба ізолювати від доступних металевих частин, від металевих опорних рам для основи автоматичних вимикачів утопленого типу, від гвинтів або інших засобів прикріплення основи до опори та від металевої плити, якщо є, яку використовують як опору.

Необхідно забезпечити можливість легкого без дотику до частин, які перебувають під напругою, замінування автоматичних вимикачів вставного типу.

Вважають, що лак або емаль не забезпечують адекватну ізоляцію, щоб виконати вимоги цього підрозділу.

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуванням за 9.6.

8.3 Властивості діелектриків та ізолювальна здатність

Автоматичні вимикачі повинні мати відповідні властивості діелектриків і гарантувати ізоляцію.

8.3.1 Електрична міцність діелектрика за промислової частоти

Автоматичні вимикачі повинні мати відповідні властивості діелектриків за промислової частоти.

Відповідність перевіряють випробовуваннями за 9.7.1, 9.7.2 та 9.7.3 на автоматичному вимикачі за нових умов.

Крім того, після випробувань на стійкість за 9.11 і після випробувань на коротке замикання за 9.12 автоматичні вимикачі мають витримувати випробовування за 9.7.3, але з меншою випробувальною напругою, зазначеною в 9.11.3 та 9.12.12.2, відповідно, та без попереднього витримання у вологому середовищі за 9.7.1

8.3.2 Ізолювальна здатність

Автоматичні вимикачі повинні мати відповідну ізоляцію.

Відповідність перевіряють підтвердженням дотримання мінімальних зазорів і довжин шляхів струму впливу згідно з пунктом 1 таблиці 4 та випробовуваннями за 9.7.6.1 та 9.7.6.3.

8.3.3 Електрична міцність діелектрика за номінальної імпульсної витримуваної напруги (U_{imp})

Автоматичні вимикачі мають відповідно витримувати імпульсні напруги.

Відповідність перевіряють випробовуваннями за 9.7.6.2.

8.4 Перевищення температури

8.4.1 Межі перевищення температури

Перевищення температури частин автоматичного вимикача, зазначені в таблиці 6, виміряні за умов, визначених у 9.8.2, не повинні перевищувати граничні значення, зазначені в цій таблиці.

Автоматичний вимикач не повинен бути пошкоджений з погіршенням його функцій і безпеки використання.

Таблиця 6 — Значення перевищення температури

Частини ^{a), b)}	Перевищення температури, К
Виводи для зовнішніх з'єднань ^{c)}	60
Зовнішні частини, доступні для дотику під час ручного керування автоматичним вимикачем, разом із робочими засобами з ізоляційного матеріалу та металеві засоби з'єднання між ізольованими робочими засобами різних полюсів	40
Зовнішні металеві частини робочих засобів	25
Інші зовнішні частини, в тому числі поверхня автоматичного вимикача, що безпосередньо торкається монтажної поверхні	60

Кінець таблиці 6

^{a)} Значення для контактів не встановлено, бо конструкція більшості автоматичних вимикачів не допускає прямого вимірювання їх температури без ризику спричинити змінення або зміщення частин, що може вплинути на відтворюваність випробувань. Уважають, що двадцятивосьмиденні випробовування (див. 9.9) є достатніми для того, щоб опосередковано перевірити роботу контактів за надмірного нагрівання під час роботи.

^{b)} Ніяке значення не визначають для інших частин, крім зазначених вище, але ніяке пошкодження не повинно бути зумовлено в суміжних частинах ізоляційних матеріалів та не повинно бути порушено роботу автоматичного вимикача.

^{c)} Для вставних автоматичних вимикачів — виводи основи, на яких їх встановлено.

8.4.2 Температура навколишнього повітря

Межі перевищення температури, наведені в таблиці 6, застосовують тільки якщо навколишня температура повітря залишається в межах, наведених у 7.1.

8.5 Безперервний режим роботи

Автоматичні вимикачі мають працювати надійно навіть після тривалої роботи.

Відповідність перевіряють випробовуванням за 9.9.

8.6 Автоматична робота

8.6.1 Нормальна часо-струмова зона

Характеристика розчіплення автоматичних вимикачів має гарантувати ефективний захист кола без дочасного спрацьовування.

Зона часо-струмової характеристики (характеристики розчіплення) автоматичного вимикача визначена умовами та значеннями, зазначеними в таблиці 7.

Таблиця 7 стосується автоматичного вимикача, встановленого відповідно до еталонних умов (див. 9.2), що працює за контрольної температури калібрування 30 °C з допустимим відхилом $^{+5}_{0}$ °C.

Відповідність перевіряють випробовуваннями за 9.10.

Випробовувати можна за будь-якої придатної температури, результати співвідносять з температурою 30 °C, використовуючи інформацію, яку надав виробник.

У будь-якому разі коливання сили випробувального струму за таблицею 7 не повинне перевищувати 1,2 % на 1 K від коливання температури калібрування.

Якщо автоматичні вимикачі промарковано температурою калібрування, що відрізняється від 30 °C, то їх випробовують за цієї іншої температури.

Виробник повинен надавати інформацію щодо змін характеристик розчіплювання для температур калібрування, які відрізняються від контрольного значення.

Таблиця 7 — Часо-струмові робочі характеристики

Випробовування	Тип	Сила випробувального струму	Початковий стан	Межі часу розчіплювання чи нерозчіплювання	Отриманий результат	Примітка
a	B, C, D	1,13 I_n	Холодний ^{a)}	$t \leq 1$ год (для $I_n \leq 63$ A) $t \leq 2$ год (для $I_n > 63$ A)	Не розчіплено	
b	B, C, D	1,45 I_n	Відразу після випробування ^{a)}	$t < 1$ год (для $I_n \leq 63$ A) $t < 2$ год (для $I_n > 63$ A)	Розчіплено	Неперервне наростання сили струму протягом 5 с
c	B, C, D	2,55 I_n	Холодний ^{a)}	1 с < t < 60 с (для $I_n \leq 32$ A) 1 с < t < 120 с (для $I_n > 32$ A)	Розчіплено	
d	B C D	3 I_n 5 I_n 10 I_n	Холодний ^{a)}	$t \leq 0,1$ с	Не розчіплено	Струм установлюють після замкнення допоміжних контактів
e	B C D	5 I_n 10 I_n 20 I_n ^{b)}	Холодний ^{a)}	$t \leq 0,1$ с	Розчіплено	Струм установлюють після замкнення допоміжних контактів

Кінець таблиці 7

Примітка. Для автоматичних вимикачів типу D розглядають можливість додаткового випробування, проміжного між c та d.

^{a)} Термін «холодне» означає без попереднього навантаження за вихідної температури калібрування.

^{b)} 50 I_n у спеціальних випадках.

8.6.2 Умовні параметри

8.6.2.1 Умовний проміжок часу

Умовний проміжок часу — 1 год для автоматичних вимикачів за номінальної сили струму до 63 А включно та 2 год для автоматичних вимикачів за номінальної сили струму понад 63 А.

8.6.2.2 Умовна сила струму нерозчіплювання (I_{nt})

Умовна сила струму нерозчіплювання автоматичного вимикача дорівнює 1,13 від його номінальної сили струму.

8.6.2.3 Умовна сила струму розчіплювання (I_t)

Умовна сила струму розчіплювання автоматичного вимикача дорівнює 1,45 від його номінальної сили струму.

8.6.3 Характеристика розчіплювання

Характеристика розчіплювання автоматичних вимикачів має бути в межах зони, зазначеної у 8.6.1.

Примітка 1. Температура та умови монтування, відмінні від зазначених у 9.2 (наприклад, монтаж в спеціальному корпусі, компонування кількох автоматичних вимикачів в одному корпусі) можуть впливати на характеристику розчіплювання автоматичних вимикачів.

Примітка 2. Виробник повинен бути готовим надати інформацію стосовно зміни характеристик розчіплювання для температур навколишнього середовища, відмінних від контрольних значень у межах, установлених у 7.1.

8.6.3.1 Вплив однополюсного навантаження багатополісних автоматичних вимикачів на характеристику розчіплювання

Якщо автоматичний вимикач, що має більше ніж один захищений полюс, навантажено тільки на один захищений полюс, то починаючи з холодного стану, силою струму, що дорівнює

— 1,1 від умовної сили струму розчіплювання для двополюсних автоматичних вимикачів із двома захищеними полюсами,

— 1,2 від умовної сили струму розчіплювання для триполюсних і чотириполюсних автоматичних вимикачів,

автоматичні вимикачі треба розчіплюватися протягом умовного проміжку часу, зазначеного у 8.6.2.1.

Відповідність перевіряють випробовуванням за 9.10.3.

8.6.3.2 Вплив температури навколишнього повітря на характеристику розчіплювання

Навколишня температура, на відміну від контрольних температур, у межах від мінус 5 °C до 40 °C не повинна впливати на характеристику розчіплювання автоматичних вимикачів.

Відповідність перевіряють випробовуваннями за 9.10.4.

8.7 Механічна та комутаційна зносостійкість

Автоматичні вимикачі мають бути здатні виконати відповідну кількість робочих циклів з номінальною силою струму.

Відповідність перевіряють випробовуванням за 9.11

8.8 Функціонування за короткого замикання

Автоматичні вимикачі мають бути здатні виконати відповідну кількість операцій за короткого замикання, під час яких вони не повинні ставати небезпечними для оператора, щоб не відбулося іскрового перекриття між струмопровідними частинами чи струмопровідними частинами та землею.

Відповідність перевіряють випробовуваннями за 9.12.

Необхідно, щоб автоматичні вимикачі мали змогу вмикати чи вимикати будь-яку силу струму, у тому числі значення, що дорівнює номінальній комутаційній здатності за короткого замикання з номінальною частотою, за відновної напруги промислової частоти, що дорівнює $(105 \pm 5) \%$ від номінальної напруги, та за будь-якого коефіцієнта потужності, що не менше ніж відповідна нижня межа діапазону,

зазначеного в 9.12.5; необхідно також, щоб відповідне значення I^2t було нижче характеристики I^2t (див. 3.5.13).

8.9 Стійкість до механічного удару та поштовху

Автоматичні вимикачі повинні мати відповідну механічну міцність, щоб витримувати навантаження під час установлювання та використання.

Відповідність перевіряють випробовуваннями за 9.13.

8.10 Теплостійкість

Автоматичні вимикачі мають бути достатньо теплостійкими.

Відповідність перевіряють випробовуванням за 9.14.

8.11 Стійкість до аномального нагрівання та вогню

Зовнішні частини автоматичного вимикача, виготовлені з ізоляційного матеріалу, не повинні легко займатися та розповсюджувати вогонь, якщо струмопровідні частини, які розміщено поруч, досягають високих температур за умов пошкодження та перевантаження.

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуванням за 9.15.

8.12 Протикорозійна стійкість

Металеві частини мають бути відповідно захищено від корозії.

Відповідність перевіряють випробовуванням за 9.16.

9 ВИПРОБОВУВАННЯ

9.1 Стандартні випробовування та їх послідовність

9.1.1 Характеристики автоматичних вимикачів перевіряють під час стандартних випробувань.

Стандартні випробовування, проведення яких вимагає цей стандарт, наведено в таблиці 8.

Таблиця 8 — Перелік стандартних випробувань

Випробовування	Підрозділ
<i>Стійкість маркування</i>	9.3
<i>Надійність гвинтів, струмопровідних частин і з'єднань</i>	9.4
<i>Надійність виводів для зовнішніх провідників</i>	9.5
<i>Захист від ураження електричним струмом</i>	9.6
<i>Властивості діелектриків та ізолювальна здатність</i>	9.7
<i>Перевищення температури</i>	9.8
<i>Двадцятивосьмиденне випробовування</i>	9.9
<i>Характеристика розчіплювання</i>	9.10
<i>Механічна та комутаційна зносостійкість</i>	9.11
<i>Коротке замикання</i>	9.12
<i>Стійкість до механічного удару та поштовху</i>	9.13
<i>Теплостійкість</i>	9.14
<i>Стійкість до аномального нагрівання та вогню</i>	9.15
<i>Протикорозійна стійкість</i>	9.16

Щоб перевірити відповідності цьому стандарту стандартні випробовування виконують у випробувальній послідовності.

Випробувальна послідовність і кількість зразків, які буде подано, наведено в додатку С.

Якщо інше не зазначено, то кожне стандартне випробовування (або послідовність стандартних випробовувань) виконують за чистих і нових умов.

Примітка. Перевіряння відповідності стандартам може виконати

— виробник для декларації постачальників (13.5.1 ISO/IEC Guide 2);

— незалежна юридична особа для сертифікування (13.5.2 ISO/IEC Guide 2).

Згідно з термінологією ISO/IEC Guide 2 термін «сертифікація» можна використовувати тільки у другому випадку.

9.2 Умови випробовування

Автоматичний вимикач установлюють автономно, вертикально, на відкритому повітрі за навколишньої температури від 20 °С до 25 °С, якщо інше не зазначено, та захищають від надмірного зовнішнього нагрівання чи охолодження.

Автоматичні вимикачі, розроблені для встановлювання в індивідуальному корпусі, випробовують в найменшому з таких корпусів, які зазначив виробник.

Якщо інше не зазначено, то автоматичні вимикачі приєднують кабелем, як зазначено в таблиці 9, та встановлюють на матовому, пофарбованому чорним кольором щиті з фанери товщиною приблизно 20 мм способом, який задовольняє будь-які вимоги стосовно засобів монтування, які рекомендував виробник.

Якщо інше не зазначено, то стандартні випробовування виконують за номінальної частоти ± 5 Гц та за будь-якої зручної напруги.

Під час випробовування не допустиме ніяке обслуговування та демонтування зразків.

Для випробовування за 9.8, 9.9, 9.10 та 9.11 автоматичні вимикачі мають відповідати таким умовам:

а) З'єднання виконують одножильним мідним кабелем в полівінілхлоридній ізоляції відповідно до ІЕС 60227.

б) Випробовування виконують однофазним струмом за послідовного з'єднання усіх полюсів, крім випробовувань за 9.8.2, 9.10.2 та 9.11.

с) З'єднання перебувають на відкритому повітрі та на відстані, що не менше відстані між выводами.

д) Мінімальна довжина кожного тимчасового з'єднання від виводу до виводу становить:

— 1 м для поперечних перерізів до 10 мм² включно;

— 2 м для поперечних перерізів понад 10 мм².

Крутильні моменти, які застосовують до гвинтів выводів, становлять 2/3 від зазначених у таблиці 10.

Таблиця 9 — Площі поперечних перерізів (S) випробувальних мідних провідників з відповідною номінальною силою струму

S, мм ²	Значення номінальної сили струму I _n , А
1,0	До 6 включно
1,5	Від 6 до 13 включно
2,5	» 13 » 20 »
4,0	» 20 » 25 »
6,0	» 25 » 32 »
10,0	» 32 » 50 »
16,0	» 50 » 63 »
25,0	» 63 » 80 »
35,0	» 80 » 100 »
50,0	» 100 » 125 »

Примітка. Для AWG мідних провідників див. додаток G.

9.3 Випробовування на стійкість маркування

Випробовування виконують ручним протиранням маркування протягом 15 с шматком бавовни, просоченим водою та ще 15 с шматком бавовни, просоченим розчинником — аліфатичним гексаном, що містить ароматичні речовини щонайбільше 0,1 % від об'єму, каурібутаноловим числом 29, з початковою температурою кипіння приблизно 65 °С, кінцевою температурою приблизно 69 °С та щільністю приблизно 0,68 г/см³.

Маркування, виконане відбиванням, виливанням або гравіруванням, цьому випробуванню не піддають.

Після випробування маркування має легко читатися.

Маркування має залишатися таким, щоб його можна було легко читати після всіх випробувань за цим стандартом.

Фірмові таблички не повинні легко зніматися та деформуватися.

9.4 Перевіряння надійності гвинтів, струмопровідних частин і з'єднань

Відповідність вимогам за 8.1.4 перевіряють оглядом і для гвинтів, і для гайок, які застосовують під час установлювання та приєднування автоматичного вимикача, наведеним нижче випробуванням.

Гвинти та гайки затягують і послабляють

- десять разів для гвинтів, які входять у зачеплення з нарізку в ізоляційному матеріалі;
- п'ять разів у всіх інших випадках.

Гвинти та гайки, які входять у зачеплення з нарізку в ізоляційному матеріалі, кожний раз повністю виймають і повторно вставляють.

Випробовують придатною випробувальною викруткою чи гайковим ключем, застосовуючи крутильний момент відповідно до таблиці 10.

Гвинти та гайки не треба затягувати ривками.

Провідник кожний раз переміщують, коли гвинт або гайку послаблено.

Уставні контакти перевіряють під'єднуванням автоматичного вимикача та вийманням п'ять разів.

Після випробування контакти не повинні ставати вільними, та при цьому їхні електричні функції не мають бути погіршені.

Таблиця 10 — Діаметр нарізі та прикладені крутильні моменти

Номинальний діаметр нарізі, мм	Крутильний момент, Н·м		
	I	II	III
До 2,8 включно	0,20	0,4	0,4
Від 2,8 до 3,0 включно	0,25	0,5	0,5
» 3,0 » 3,2 »	0,30	0,6	0,6
» 3,2 » 3,6 »	0,40	0,8	0,8
» 3,6 » 4,1 »	0,70	1,2	1,2
» 4,1 » 4,7 »	0,80	1,8	1,8
» 4,7 » 5,3 »	0,80	2,0	2,0
» 5,3 » 6,0 »	1,20	2,5	3,0
» 6,0 » 8,0 »	2,5	3,5	6,0
» 8,0 » 10,0 »	—	4,0	10,0

Колонку I застосовують до гвинтів без головок, якщо гвинт у затягнутому стані не виступає із заглибини, та до інших гвинтів, які неможливо затягнути викруткою з лезом ширшим ніж діаметр гвинта.

Колонку II застосовують до інших гвинтів, які затягують викруткою.

Колонку III застосовують до гвинтів і гайок, які затягнуті іншими засобами, без викрутки.

Якщо гвинт має шестигранну головку зі шліцом для затягування викруткою, та зазначені у колонках II та III значення відрізняються, то випробовування виконують два рази, спочатку гвинти затягують, прикладаючи до шестигранної головки крутильний момент, зазначений в колонці III, а потім на іншому зразку, прикладаючи крутильний момент, зазначений у колонці II, викруткою. Якщо значення в колонках II та III однакові, то проводять випробовування лише викруткою.

Протягом випробовування нарізеві з'єднання не повинні послаблятися, та не повинно бути жодних пошкоджень, наприклад поломок гвинтів або пошкоджень шліців у головках гвинтів, нарізі, шайб або хомутів, які б перешкоджали подальшому застосуванню автоматичних вимикачів.

Крім того, корпуси та накривки не повинні бути пошкоджені.

Вставні контакти перевіряють під'єднуванням автоматичного вимикача та вийманням п'ять разів.

Після випробування контакти не повинні ставати вільними, та при цьому їхні електричні функції не мають бути погіршені.

9.5 Перевіряння надійності виводів гвинтового типу для зовнішніх мідних провідників

Перевіряють відповідність вимогам з 8.1.5

— оглядом, випробовуванням за 9.4, де жорсткий мідний провідник, що має найбільший поперечний переріз, зазначений у таблиці 5, установлюють у вивід (для номінальної площі поперечного перерізу більше ніж 6 мм² застосовують жорсткий багатожильний провідник, у той час, як для іншої зони номінальної площі поперечного перерізу застосовують одножильний);

— випробовуваннями за 9.5.1, 9.5.2 та 9.5.3. Останні випробовування виконують придатною викруткою чи гайковим ключем, застосовуючи крутильний момент згідно з таблицею 10.

9.5.1 Виводи оснащують мідними провідниками з найменшою та найбільшою площею поперечного перерізу, зазначеною в таблиці 5, одно- чи багатожильними, залежно від того, який найнесприятливіший.

Провідник уставляють у вивід на мінімальну запропоновану відстань або, якщо жодну відстань не запропоновано, то до появи його на протилежній стороні та в положенні, де є найбільша ймовірність його вислизання.

Затискні гвинти потім затягують із крутильним моментом, що дорівнює 2/3 від значення, зазначеного у відповідній колонці таблиці 10.

Тоді кожний провідник піддають натягу із зусиллям, в ньютонках, зазначеним у таблиці 11. Зусилля застосовують без ривків протягом 1 хв в напрямку осі каналу провідника.

Таблиця 11 — Зусилля натягу

Поперечний переріз провідника, який вставляють у вивід, мм ²	До 4	До 6	До 10	До 16	До 50
Зусилля натягу, Н	50	60	80	90	100

Під час цього випробовування провідник не повинен помітно переміщатися у виводі.

9.5.2 Виводи оснащують мідними провідниками з найменшою та найбільшою площею поперечного перерізу, зазначеною в таблиці 5, одно- чи багатожильними, залежно від того, який найнесприятливіший, та гвинти у виводах потім затягують із крутильним моментом, що дорівнює 2/3 від значення, зазначеного у відповідній колонці таблиці 10. Потім гвинти у виводах послабляють та оглядають частину провідника, що можливо зачеплена виводом.

На провідниках не повинно бути ні суттєвих пошкоджень, ні розриву дроту.

Примітка. Провідники вважають надмірно пошкодженими, якщо на них є глибокі та гострі вм'ятини.

Під час випробовування виводи не повинні послаблятися, та не повинно бути жодних пошкоджень, наприклад поломок гвинтів або пошкоджень шліців в головках гвинтів, нарізі, шайб або хомутів, які б перешкоджали подальшому використуванню виводів.

9.5.3 Виводи оснащують жорсткими багатожильними мідними провідниками зі структурою, зазначеною в таблиці 12.

Таблиця 12 — Розміри провідників

Діапазон номінальних поперечних перерізів затиснутих провідників, мм ²	Багатожильний провідник	
	Кількість жил	Діаметр жил, мм
Від 1,0 до 2,5 ^{a)}	7	0,67
» 1,0 » 4,0 ^{a)}	7	0,85
» 1,5 » 6,0 ^{a)}	7	1,04
» 2,5 » 10,0	7	1,35
» 4,0 » 16,0	7	1,70
» 10,0 » 25,0	7	2,14
» 16,0 » 35,0	19	1,53
» 25,0 » 50,0	19	1,83

^{a)} Якщо виводи призначені для затискання тільки одножильних провідників (див. таблицю 5), то випробовування не проводять.

Перед уведенням у вивід жили провідника відповідно формують.

Провідник усталяють у вивід, поки не досягне дна виводу чи поки не виступить із протилежної сторони виводу, в положенні, де є найбільша ймовірність його вислизання. Затискні гвинти потім затягують із крутильним моментом, що дорівнює 2/3 від значення, зазначеного у відповідній колонці таблиці 10.

Після випробування жодна жила провідника не повинна бути поза виводом.

9.6 Перевіряння захисту від ураження електричним струмом

Випробовування виконують стандартним випробувальним щупом, показаним на рисунку 9, на зразку, встановленому як для нормального використання (див. примітку до 8.1.6) та оснащеному провідником з найменшою та найбільшою площею поперечного перерізу, зазначеною в таблиці 5.

Стандартний випробувальний щуп потрібно конструювати так, щоб кожну його шарнірну секцію можна було повертати під кутом 90° до осі щупа тільки в одному напрямку.

Такий випробувальний щуп застосовують у будь-якому можливому вигнутому положенні реального пальця, індикатор електричного контакту застосовують, щоб показати наявність контакту з частинами, які перебувають під напругою.

Рекомендовано для індикатування контакту використовувати лампу та напругу не менше ніж 40 В.

Автоматичні вимикачі з корпусом або накривкою з термопластичного матеріалу піддають наведеному нижче додатковому випробуванню за навколишньої температури (35 ± 2) °С та за тій самої температури автоматичного вимикача.

До автоматичного вимикача прикладають протягом 1 хв зусилля 75 Н наконечником прямого роз'єднувального випробувального щупа таких самих розмірів, що і стандартний випробувальний щуп. Цим щупом торкаються всіх місць, де пластичність ізоляційного матеріалу могла вплинути на безпечність автоматичного вимикача, але не застосовують до виштовхувачів.

Під час цього випробовування корпус або накривка не повинні деформуватися так, щоб роз'єднувальний випробувальний щуп зміг торкнутися частин, які перебувають під напругою.

Автоматичні вимикачі відкритого виконання, які мають частини не призначені для захисту корпусом, піддають випробовуванню з передньою металевою панеллю, встановленою як для нормального використання (див. 8.1.6).

9.7 Перевіряння властивостей діелектриків та ізолювальної здатності

9.7.1 Вологостійкість

9.7.1.1 Готування автоматичного вимикача до випробовування

Відкриті вводи, якщо вони є, залишають відкритими; якщо виштовхувачі є, то один із них має бути відкритий.

Частини, які можна вилучити без інструментів, вилучають і піддають вологому оброблянню з головною частиною; пружинні закриви під час цього оброблення залишають відкритими.

9.7.1.2 Умови випробовування

Вологе оброблення виконують у камері вологості з відносною вологістю повітря в межах від 91 % до 95 %.

Температуру повітря, в якому встановлено зразок, підтримують з точністю до $\pm 1^\circ\text{C}$ будь-якого зручного значення температури T від 20°C до 30°C .

Перед тим, як установити зразок у камеру вологості, температуру його доводять до значення температури від $T^\circ\text{C}$ до $(T + 4)^\circ\text{C}$.

9.7.1.3 Методика випробовування

Зразок витримують у камері протягом 48 год.

Примітка 1. Відносну вологість від 91 % до 95 % можна отримати, помістивши в камеру вологості насичений розчин сульфату натрію (Na_2SO_4) або нітрату калію (KNO_3) з достатньо великою поверхнею контакту з повітрям.

Примітка 2. Щоб досягти у камері зазначених умов, необхідні гарантована постійна циркуляція повітря та використання термоізольованої камери.

9.7.1.4 Стан автоматичного вимикача після випробування

Після цього оброблення зразок не повинен мати жодних пошкоджень у межах вимог цього стандарту та має витримати випробовування за 9.7.2. та 9.7.3.

9.7.2 Опір ізоляції головного кола

Автоматичний вимикач обробляють згідно з 9.7.1. Через проміжок часу від 30 хв до 60 хв після цього оброблення безперервно заміряють опір ізоляції протягом 5 с за напруги постійного струму приблизно 500 В так:

а) з автоматичним вимикачем у вимкненому положенні між кожною парою виводів, які електрично з'єднані, коли автоматичний вимикач перебуває в увімкненому положенні, на кожному полюсі по черзі;

б) з автоматичним вимикачем в увімкненому положенні між кожним полюсом по черзі та іншими, з'єднаними між собою;

с) з автоматичним вимикачем в увімкненому положенні між усіма полюсами, з'єднаними між собою, та корпусом разом із металевою фольгою, що торкається зовнішньої поверхні внутрішньої оболонки з ізоляційного матеріалу, якщо така є;

д) між металевими частинами механізму та корпусом;

Примітка. Для цього перевіряння можна використовувати спеціально підготовлені зразки.

е) для автоматичних вимикачів із металевою оболонкою, що має внутрішню обшивку з ізоляційного матеріалу, між корпусом і металевою фольгою, що торкається внутрішньої поверхні обшивки з ізоляційного матеріалу, в тому числі втулки й аналогічних пристроїв.

Вимірювання а), б) та с) виконують після приєднання усіх допоміжних кіл до корпусу.

Термін «корпус» охоплює:

— усі доступні металеві частини та металеву фольгу, що торкається поверхонь з ізоляційних матеріалів, доступних після встановлення як для нормального використання;

— поверхні, на яких установлена основа автоматичного вимикача, покриті, якщо необхідно, металевою фольгою;

— гвинти й інші пристрої для закріплення основи на опорних рамах;

— гвинти для закріплення накривок, які необхідно буде знімати під час установлювання автоматичного вимикача та металевих частин засобів керування, зазначених у 8.2.

Якщо автоматичний вимикач забезпечено виводом, призначеним, щоб з'єднувати між собою захисні провідники, то цей вивід приєднують до корпусу.

Для вимірювання від а) до е) металеву фольгу накладають так, щоб герметизувальний компаунд, якщо такий є, було ефективно перевірено.

Опір ізоляції має бути не менше ніж

— 2 МОм для вимірювання відповідно до а) та б);

— 5 МОм для інших вимірювань.

9.7.3 Електрична міцність ізоляції головного кола

Після випробування автоматичного вимикача згідно з 9.7.2 між частинами, зазначеними в 9.7.2, застосовують протягом 1 хв випробувальну напругу, зазначену в 9.7.5.

Спочатку застосовують не більше половини зазначеної напруги, після 5 с її підвищують до повного значення.

Під час цього випробовування не повинно бути жодного іскрового перекриття чи пробою. Жеврійними електричними розрядами, які не спричиняють зниження напруги, нехтують.

9.7.4 Електрична міцність ізоляції допоміжного кола та кола керування

Для цих випробовувань головне коло треба приєднати до корпусу. Протягом 1 хв застосовують випробувальну напругу, зазначену в 9.7.5, так:

- а) між усіма допоміжними колами та колами керування, які зазвичай не приєднують до головного кола, з'єднаними між собою, та корпусом автоматичного вимикача;
- б) якщо доцільно, то між кожною частиною допоміжного кола та кола керування, які можуть бути ізольовані від інших допоміжних частин, та цими іншими частинами, з'єднаними разом.

9.7.5 Значення випробувальної напруги

Випробувальна напруга має бути практично синусоїдної форми частотою від 45 Гц до 65 Гц.

Джерело випробувальної напруги має бути спроможним забезпечити силу струму короткого замикання принаймні 0,2 А.

Жодний пристрій розчіплювання надструму трансформатора не повинен працювати, коли сила струму вихідного кола нижче ніж 100 мА.

Значення випробувальної напруги мають бути такі:

- а) для головного кола, для допоміжного кола, призначеного бути з'єднаним із головним колом, та для кола керування:
 - 2000 В за 9.7.2 від а) до d);
 - 2500 В за 9.7.2 е);
- б) для допоміжного та кола керування, які за позначенням виробника не підлягають з'єднанню з головним колом:
 - 1000 В, якщо номінальна напруга ізоляції U_i не перевищує 60 В;
 - $(2 U_i + 1000)$ В, з мінімумом 1500 В, якщо номінальна напруга ізоляції U_i перевищує 60 В.

9.7.6 Перевіряння імпульсними витримуваними напругами (між ізоляційними проміжками та між твердим ізоляційним матеріалом) і силою струму спливу між відкритими контактами

9.7.6.1 Перевіряння імпульсною витримуваною напругою між відкритими контактами (придатність для ізоляції)

Випробовування виконують на автоматичному вимикачі, встановленому на металевих опорних рамах.

Імпульси мають надходити з генератора, що виробляє позитивні та негативні імпульси тривалістю переднього фронту 1,2 мкс і тривалістю півперіоду 50 мкс з допустимими відхиленнями:

- $\pm 5\%$ для пікового значення;
- $\pm 30\%$ для тривалості переднього фронту;
- $\pm 20\%$ для тривалості півперіоду.

Хвильовий імпеданс випробувального апарату повинен мати номінальне значення 500 Ом.

Форму імпульсів регулюють випробовуванням автоматичним вимикачем, з'єднаним із генератором імпульсів. Для цього треба використовувати відповідний подільник напруги та давач напруги.

Незначні коливання на вершині імпульсу дозволені за умов, що їхня амплітуда близька до вершини імпульсу, менша ніж 5 % від пікового значення.

Для коливань на передній половині фронту дозволені коливання з амплітудою до 10 % від пікового значення.

Для напруги імпульсу 1,2/50 мкс відповідно до рисунка 6 ІЕС 60060-1 застосовано між з'єднаними разом лінійними виводами та з'єднаними разом виводами навантаження, контакти яких розімкнено.

Прикладають три позитивних імпульси та три негативних імпульси, інтервал між послідовностями імпульсів становить принаймні 1 с для імпульсів одної полярності та, відповідно, принаймні 10 с для імпульсів із протилежною полярністю.

Значення напруги випробувального імпульсу необхідно взяти з таблиці 13 відповідно до номінального значення напруги імпульсу автоматичного вимикача, наведеного в таблиці 3. Ці значення враховують атмосферний тиск і/чи висоту над рівнем моря, за яких провадять випробовування, відповідно до таблиці 13.

Під час випробовування не повинно бути ненавмисного пробою.

Таблиця 13 — Випробувальна напруга між відкритими контактами для перевірення відповідності вимогам зазначеної ізоляції автоматичного вимикача номінальною імпульсною витримуваною напругою та висота над рівнем моря, за яких виконують випробовування

Номінальне значення імпульсної витримуваної напруги $U_{\text{имп}}$, кВ	Випробувальні напруги відповідно до висоти над рівнем моря				
	$U_{1,2/50}$ пік змінного струму, кВ				
	Рівень моря	200 м	500 м	1000 м	2000 м
2,5	3,5	3,5	3,4	3,2	3,0
4,0	6,2	6,0	5,8	5,6	5,0

9.7.6.2 Перевірення імпульсною витримуваною напругою частин, які не пройшли випробовування за 9.7.6.1

Випробовування провадять на автоматичному вимикачі, встановленому на металеву опорну раму, що перебуває в замкненому положенні.

Імпульси мають надходити з генератора, що виробляє позитивні та негативні імпульси тривалістю переднього фронту 1,2 мкс і тривалістю півперіоду 50 мкс з допустимими відхилами:

- $\pm 5\%$ для пікового значення;
- $\pm 30\%$ для тривалості переднього фронту;
- $\pm 20\%$ для тривалості півперіоду.

Хвильовий імпеданс випробувального апарату повинен мати номінальне значення 500 Ом.

Форму імпульсів регулюють випробовуванням автоматичним вимикачем, з'єднаним із генератором імпульсів. Для цього треба застосовувати відповідний подільник напруги та давач напруги.

Примітка 1. Для автоматичних вимикачів, до складу яких входять розрядники для захисту від атмосферних перенапруг, форму імпульсів регулюють без з'єднання автоматичного вимикача з генератором імпульсів.

Незначні коливання на вершині імпульсу дозволені за умов, що їхня амплітуда близька до вершини імпульсу, менша ніж 5 % від пікового значення.

Для коливань на передній половині фронту дозволені коливання з амплітудою до 10 % від пікового значення.

Першу серію випробовувань провадять, застосовуючи імпульсну напругу між полюсом (полюсами) фаз, з'єднаними разом, та нейтральним полюсом (або каналом) автоматичного вимикача, якщо застосовують.

Другу серію випробовувань провадять, застосовуючи імпульсну напругу між металевою опорною рамою, з'єднаною з виводом (виводами), призначеним для захисту провідника (провідників), якщо такі є, та полюсом (полюсами) фаз і нейтральним полюсом (або каналом), з'єднаними разом.

В обох випадках прикладають три позитивних імпульси та три негативних імпульси, інтервал між послідовностями імпульсів становить принаймні 1 с для імпульсів одної полярності та, відповідно, принаймні 10 с для імпульсів з протилежною полярністю.

Значення напруги випробувального імпульсу необхідно взяти з таблиці 14 відповідно до номінального значення напруги імпульсу автоматичного вимикача, наведеного в таблиці 3. Ці значення враховують атмосферний тиск і/чи висоту над рівнем моря, за яких провадять випробовування, відповідно до таблиці 14.

Під час випробовування не повинно бути ні іскрових перекриттів, ні ненавмисних пробіїв.

Якщо, проте, відбувається лише один такий пробій, шість додаткових імпульсів, які мають ту саму полярність, як і ті, що спричинили пробій, застосовують до з'єднань таких самих, як і ті, які пошкоджено.

Не повинно бути жодних подальших пробіїв.

Примітка 2. Вираз «ненавмисний пробій» використовують, щоб охопити явище, пов'язане з пошкодженням ізоляції від електричного удару, які охоплюють зниження напруги та зменшення сили струму.

Таблиця 14 — Випробувальна напруга для перевірення імпульсною витримуваною напругою частин, які не пройшли випробовування за 9.7.6.1

Номінальне значення імпульсної витримуваної напруги $U_{\text{имп}}$, кВ	Випробувальні напруги відповідно до висоти над рівнем моря				
	$U_{1,2/50}$ пік змінного струму, кВ				
	Рівень моря	200 м	500 м	1000 м	2000 м
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4,0	4,9	4,8	4,7	4,4	4,0

9.7.6.3 Перевірення струмів спливу між відкритими контактами (відповідність ізоляції)

На кожний полюс автоматичного вимикача, який випробовували за 9.12.11.2, чи 9.12.11.3, чи 9.12.11.4.2, чи 9.12.11.4.3, подають напругу, що дорівнює 1,1 від його номінальної робочої напруги, автоматичний вимикач перебуває в розімкненому положенні.

Значення струму спливу між відкритими контактами вимірюють, і воно не повинно перевищувати 2 мА.

9.8 Випробовування на перевищення температури та вимірювання втрати потужності

9.8.1 Температура навколишнього повітря

Температуру навколишнього повітря потрібно вимірювати протягом останньої чверті періоду випробовування не менше ніж двома термометрами чи термопарами, розташованими симетрично навколо автоматичного вимикача приблизно на половині його висоти та на відстані приблизно 1 м від автоматичного вимикача.

Термометри чи термопари треба захищати від протягів та інфрачервоного випромінювання.

9.8.2 Методика випробовування

Струм, сила якого дорівнює I_n , будь-якої додатної напруги пропускають одночасно через усі полюси автоматичного вимикача протягом проміжку часу, достатнього для перевищення температури, щоб досягти усталеного значення, чи протягом умовного проміжку часу, залежно від того, який період більше.

Практично, цей стан досягнуто, коли зміна перевищення температури не перевищує 1 К/год.

Для чотириполюсних автоматичних вимикачів із трьома захищеними полюсами випробовування спочатку провадять, пропускаючи зазначений струм лише через три захищені полюси.

Потім випробовування повторюють, пропускаючи таку саму силу струму через полюс, призначений для приєднування нейтралі, та суміжного захищеного полюса.

Під час випробовування перевищення температури не повинно перевищувати значення, зазначені в таблиці 6.

9.8.3 Вимірювання температури частин

Температуру різних частин, зазначених у таблиці 6, треба вимірювати тонкодротовими термопарами чи еквівалентними засобами, розташованими в найближчій позиції до найгарячішого місця.

Під час випробовування треба забезпечити достатню теплопровідність між термопарою та поверхнею частин.

9.8.4 Перевищення температури частини

Перевищення температури частини — це різниця між температурою цієї частини, вимірюваною відповідно до 9.8.3, і температурою навколишнього повітря, вимірюваною відповідно до 9.8.1.

9.8.5 Вимірювання втрати потужності

Змінний струм, сила якого дорівнює I_n , зі значенням напруги живлення, що не менше ніж 30 В, через кожний полюс автоматичного вимикача подають в коло зі значним опором.

Примітка 1. Значення випробувальної напруги, нижчі ніж 30 В, можна використовувати за згодою виробника.

Втрати потужності на полюсі, що розраховано за падінням напруги, виміряного за усталених умов між його выводами, не повинно перевищувати відповідне значення, зазначене в таблиці 15.

Примітка 2. Зменшення напруги можна виміряти під час випробовування на перевищення температури за умови, що умови випробовування цього пункту виконано.

Таблиця 15 — Максимальна втрата потужності на полюс

Діапазон номінальної сили струму I_n , А	Максимальна втрата потужності на полюс, Вт
До 10 включно	3
Від 10 до 16 включно	3,5
» 16 » 25 »	4,5
» 25 » 32 »	6,0
» 32 » 40 »	7,5
» 40 » 50 »	9,0
» 50 » 63 »	13,0
» 63 » 100 »	15,0
» 100 » 125 »	20,0

9.9 Двадцятивосьмиденне випробовування

Автоматичний вимикач піддають 28 циклам, кожний із яких триває 21 год зі струмом навантаження, сила якого дорівнює номінальному значенню сили струму, з напругою розімкненого кола принаймні 30 В та 3 год у знеструмленому стані за умов випробовування за 9.2.

Автоматичний вимикач перебуває в замкненому стані, силу струму встановлюють і переривають додатковим вимикачем. Під час цього випробовування автоматичний вимикач не повинен розчіплюватися.

Перевищення температури виводів треба вимірювати під час останнього періоду проходження струму.

Це перевищення температури не повинно перевищувати значення, виміряного під час випробовування на перевищення температури (див. 9.8), більше ніж на 15 К.

Зразу після цього вимірення перевищення температури протягом 5 с поступово підвищують силу струму до умовної сили струму розчіплювання.

Автоматичний вимикач має розчепитися протягом умовного проміжку часу.

9.10 Перевіряння характеристик розчіплювання

Це випробовування виконують, щоб перевірити відповідність автоматичного вимикача вимогам 8.6.1.

9.10.1 Перевіряння часо-струмових характеристик

9.10.1.1 Через усі полюси, починаючи з холодного стану (див. таблицю 7), протягом умовного проміжку часу (див. 8.6.1 та 8.6.2.1) пропускають струм, сила якого становить $1,13 I_n$ (умовна сила струму нерозчіплювання).

Автоматичний вимикач не повинен розчіплюватися.

Після цього поступово збільшують силу струму протягом 5 с до $1,45 I_n$ (умовна сила струму розчіплювання).

Автоматичний вимикач має розчіплюватися протягом умовного проміжку часу.

9.10.1.2 Через усі полюси, починаючи з холодного стану, пропускають струм, сила якого становить $2,55 I_n$.

Тривалість розмикання має становити не менше ніж 1 с та не більше ніж

— 60 с за номінальної сили струму до 32 А включно;

— 120 с за номінальної сили струму понад 32 А.

9.10.2 Перевіряння миттєвого розчіплювання та надійного розмикання контактів**9.10.2.1 Загальні умови випробовування**

За нижчих значень сили випробувального струму згідно з 9.10.2.2, 9.10.2.3 та 9.10.2.4, відповідно, випробовують лише один раз за будь-якої умовної напруги.

За вищих значень сили випробувального струму випробовують з номінальною напругою U_n (між фазою та нейтраллю) з коефіцієнтом потужності від 0,95 до 1,00.

Послідовність операцій

O—t—O—t—CO—t—CO,

проміжок часу t , як визначено в 9.12.11.1.

Вимірюють тривалість розчіплювання операції O.

Після кожної операції засоби індикаціювання мають вказувати, що контакти розімкнуто.

9.10.2.2 Автоматичні вимикачі типу В

Через усі полюси, починаючи з холодного стану, пропускають струм, сила якого становить $3 I_n$.

Тривалість розмикання має становити не менше ніж 0,1 с.

Після цього через усі полюси, знов починаючи з холодного стану, пропускають струм, сила якого становить $5 I_n$.

Автоматичний вимикач має розчіплюватися за час менший ніж 0,1 с.

9.10.2.3 Автоматичні вимикачі типу С

Через усі полюси, починаючи з холодного стану, пропускають струм, сила якого становить $5 I_n$.

Тривалість розмикання має становити не менше ніж 0,1 с.

Після цього через усі полюси, знов починаючи з холодного стану, пропускають струм, сила якого становить $10 I_n$.

Автоматичний вимикач має розчіплюватися за час менший ніж 0,1 с.

9.10.2.4 Автоматичні вимикачі типу D

Через усі полюси, починаючи з холодного стану, пропускають струм, сила якого становить $10 I_n$.

Тривалість розмикання має становити не менше ніж 0,1 с.

Після цього через усі полюси, знов починаючи з холодного стану, пропускають струм, сила якого становить $20 I_n$ чи максимальній силі струму миттєвого розчіплювання (див. розділ 6, пункт j).

9.10.3 Вплив однополюсного навантаження на характеристику розчіплювання багатополіусних автоматичних вимикачів

Відповідність перевіряють випробовуваннями автоматичного вимикача, приєднаного відповідно до 9.2, за умов, зазначених у 8.6.3.1.

Автоматичний вимикач має розчіплюватися за умовний проміжок часу (див. 8.6.2.1).

9.10.4 Перевіряння впливу навколишньої температури на характеристику розчіплювання

Відповідність перевіряють такими випробуваннями:

а) Автоматичний вимикач поміщають у навколишнє повітря з температурою, що на (35 ± 2) К нижче від контрольної температури навколишнього повітря, доки не буде досягнуто усталеного температурного режиму.

Через усі полюси протягом умовного проміжку часу пропускають струм, сила якого становить $1,13 I_n$ (умовна сила струму нерозчіплювання). Після цього протягом 5 с силу струму збільшують до $1,9 I_n$.

Автоматичний вимикач має розчіплюватися за умовний проміжок часу.

б) Автоматичний вимикач поміщають у навколишнє повітря з температурою, що на (10 ± 2) К вище від контрольної температури навколишнього повітря, доки не досягнуто усталеного температурного режиму.

Через усі полюси пропускають струм, сила якого становить I_n .

Автоматичний вимикач не повинен розчіплюватися за умовний проміжок часу.

9.11 Перевіряння механічної та комутаційної зносостійкості

9.11.1 Загальні умови випробовування

Автоматичний вимикач встановлюють на металеві опорні рами; якщо він призначений для встановлювання в окрему оболонку, то його треба, відповідно, встановлювати, як зазначено в 9.2.

Випробовують з номінальною напругою, зі струмом, силу якого відрегульовано до номінальної сили струму резисторами та дроселями, послідовно з'єднаними з виводами навантаження.

Якщо використовують дросель без осердя, то резистор, що бере приблизно 0,6 % від струму, який проходить через дросель, під'єднують паралельно кожному дроселю.

Струм повинен мати майже синусоїдну форму, та коефіцієнт потужності має бути від 0,85 до 0,9.

Для однополюсних автоматичних вимикачів і двополюсних автоматичних вимикачів із двома захищеними полюсами металеві опорні рами з'єднують з одною стороною напруги живлення для першої половини загальної кількості операцій та з іншою стороною для другої половини.

Для двополюсних автоматичних вимикачів з одним захищеним полюсом металеві опорні рами з'єднують з нейтральним провідником напруги живлення.

Для однополюсних автоматичних вимикачів з номінальною напругою 230/400 В випробовують за нижчого значення напруги.

Автоматичні вимикачі приєднують до кола провідниками, відповідні розміри яких зазначено в таблиці 9.

9.11.2 Методика випробовування

Автоматичний вимикач піддають дії 4000 робочих циклів зі струмом, сила якого дорівнює номінальному значенню.

Кожний робочий цикл складається з умикання з наступним вимиканням.

Для автоматичних вимикачів із номінальною силою струму до 32 А включно робоча частота має становити 240 робочих циклів за годину. Під час кожного робочого циклу автоматичний вимикач має залишатися розімкненим щонайменше 13 с.

Для автоматичних вимикачів із номінальною силою струму понад 32 А робоча частота має становити 120 робочих циклів за годину. Під час кожного робочого циклу автоматичний вимикач має залишатися розімкненим щонайменше 28 с.

Автоматичним вимикачем потрібно керувати за нормальних умов використання.

Треба вжити таких заходів обережності

— випробувальний апарат не повинен заважати роботі автоматичного вимикача під час випробовування;

— вільному руху робочих засобів автоматичного вимикача під час випробовування не повинні заважати;

— швидкість робочих засобів випробувального апарата не впливає надмірно на робочі засоби автоматичного вимикача під час випробовування.

У разі автоматичного вимикача із залежною ручною операцією автоматичний вимикач треба використовувати з робочою швидкістю під час задіювання $0,1 \text{ м/с} \pm 25 \%$, цю швидкість вимірюють у надзвичайній ситуації, коли та де робочі засоби випробувального апарата торкаються засобів задіювання автоматичних вимикачів під час випробовування. Для поворотних вимикачів кутова швидкість має в значній мірі відповідати зазначеним вище умовам, зазначеній вище швидкості робочих засобів (в надзвичайній ситуації) під час випробовування автоматичного вимикача.

9.11.3 Стан автоматичних вимикачів після випробування

Після випробування за 9.11.2 зразок не повинен демонструвати:

— надмірне спрацювання;

— наявну різницю між положенням рухомих контактів і відповідним положенням індикатора;

— пошкодження оболонки, що дає доступ випробувальному щупу (див. 9.6) до частин, які перебувають під напругою;

— послаблення електричних і механічних з'єднань;

— витікання герметизувального компаунду.

Крім того, автоматичний вимикач має витримувати випробування за 9.10.1.2 та випробування електричної міцності ізоляції за 9.7.3, але за напруги на 500 В менше, ніж значення, встановлене в 9.7.5 та без попереднього оброблення вологою.

9.12 Випробовування на коротке замикання

9.12.1 Загальні положення

Стандартні випробування на перевірку функціонування за короткого замикання складаються з послідовних вмикань і вимикань відповідно до перевірених функцій згідно з таблицею 16.

Усі автоматичні вимикачі випробовують за більшого з двох значень сили струму, 500 А чи $10 I_n$, за 9.12.11.2 та 1500 А за 9.12.11.3.

Автоматичний вимикач із номінальною комутаційною здатністю за короткого замикання більше ніж 1500 А випробовують додатково:

— за робочої комутаційної здатності (вимикання) за короткого замикання (див. 3.5.5.2) згідно з 9.12.11.4.2 та 9.12.12.1; робоча комутаційна здатність за короткого замикання отримана множенням номінальної комутаційної здатності за короткого замикання на коефіцієнт k , значення якого наведене в таблиці 18;

— за номінальної комутаційної здатності за короткого замикання (див. 5.2.4) згідно з 9.12.11.4.3 та 9.12.12.2, якщо коефіцієнт k менше ніж 1, то використовують нові зразки.

Таблиця 16 — Застосування випробовування на коротке замикання

Вид випробовування	Випробувані автоматичні вимикачі	Перевіряння після випробування на коротке замикання відповідно до підпунктів
Випробовування за зниженої сили струму короткого замикання (9.12.11.2.1)	Усі автоматичні вимикачі	9.12.12.1
Випробовування на перевіряння відповідності ІТ-систем (9.12.11.2.2)	Усі автоматичні вимикачі, крім вимикачів на номінальну напругу 120 В чи 120/240 В	
Випробовування за 1500 А (9.12.11.3)	Усі автоматичні вимикачі	
Випробовування за робочої комутаційної здатності за короткого замикання (9.12.11.4.2)	Автоматичні вимикачі з $I_{cn} > 1500$ А	9.12.12.1
Випробовування за номінальної комутаційної здатності за короткого замикання (9.12.11.4.3)		9.12.12.2

9.12.2 Значення випробувальних параметрів

Усі випробовування на перевіряння номінальної комутаційної здатності за короткого замикання виконують за значень, які заявив виробник, згідно з відповідними таблицями цього стандарту.

Значення прикладеної напруги — це таке значення напруги, яке необхідне, щоб виробити зазначену відновну напругу промислової частоти.

Значення відновної напруги промислової частоти (див. 3.5.8.2) має становити 105 % від номінальної напруги випробуваного автоматичного вимикача.

— Для однополюсних автоматичних вимикачів, які мають двозначне значення номінальної напруги (наприклад, 230/400 В), відповідна напруга промислової частоти має становити 105 % від більшого значення (наприклад, 400 В) для випробовування за 9.12.11.4.2 d), 9.12.11.4.3 b) і 9.12.11.2.2 b); воно має становити 105 % від меншого значення (наприклад, 230 В) для інших випробовувань за 9.12.

— Для двополюсних автоматичних вимикачів, які мають двозначне значення номінальної напруги (наприклад, 120/240 В), відновна напруга має становити 105 % від меншого значення (наприклад, 120 В) для випробовування за 9.12.11.2 та 105 % від більшого значення (наприклад, 240 В) для інших випробовувань за 9.12.

Примітка. Значення 105 % (± 5 %) від номінальної напруги, як вважають, охоплює впливи змінення напруги системи за нормальних умов експлуатування. За згодою виробника верхню межу можна збільшити.

9.12.3 Допустимі відхилення на випробувальні параметри

Випробування вважають дійсними, якщо середньоквадратичні значення, зафіксовані у протоколі випробування, відрізняються від зазначених значень у межах таких допустимих відхилів:

- сила струму $^{+5}_{-0}\%$;
- напруга (в тому числі відновна напруга): $\pm 5\%$;
- частота $\pm 5\%$.

9.12.4 Випробувальне коло для виконання короткого замикання

На рисунках від 3 до 6, відповідно, подано схеми кіл, використовуваних відповідно для:

- однополюсних автоматичних вимикачів (рисунок 3);
- двополюсних автоматичних вимикачів з одним захищеним полюсом (рисунок 4а);

- двополюсних автоматичних вимикачів із двома захищеним полюсом (рисунок 4b);
- триполюсних автоматичних вимикачів (рисунок 5);
- чотириполюсних автоматичних вимикачів (рисунок 6).

Активний і реактивний складники імпедансу Z і Z_1 треба відрегулювати, щоб виконати зазначені умови випробовування. Дроселі мають бути переважно без осердя. Вони мають завжди з'єднуватися послідовно з резистором, і їх значення треба отримувати послідовним з'єднуванням окремих дроселів; допустиме паралельне з'єднання дроселів, якщо ці дроселі мають приблизно однакову сталу часу.

Оскільки характеристики перехідної відновної напруги (див. 3.5.8.1) випробувальних кіл, які містять дроселі без осердя, нетипові для звичайних умов експлуатування, то дроселі без осердя потрібно шунтувати в кожній фазі резистором, що відводить приблизно 0,6 % від струму, який проходить через дросель.

Якщо використовують дроселі із залізними осердями, то втрати потужності у залізному осерді цих дроселів не повинні перевищувати втрати, зумовлені паралельним приєднуванням резисторів до дроселів без осердя.

Тут одна і тільки одна заземлена точка випробувального кола; це може бути лінія короткого замикання випробувального кола, чи нейтральна точка живлення, чи будь-яка інша зручна точка. В будь-якому разі метод заземлювання потрібно зазначати в протоколі випробування.

У кожне випробувальне коло для перевіряння на номінальну комутаційну здатність за короткого замикання між джерелом живлення S і автоматичним вимикачем вмикають імпеданси Z .

Якщо випробовують зі струмом, сила якого менше номінальної комутаційної здатності вимикання за короткого замикання, то на стороні навантаження автоматичного вимикача треба увімкнути додаткові імпеданси Z_1 .

Для випробовувань і на номінальну, і на робочу комутаційну здатність вимикання за короткого замикання автоматичний вимикач потрібно приєднати кабелями довжиною 0,75 м на полюс і максимальним поперечним перерізом, що відповідає силі струму, згідно з таблицею 5.

Примітка. Рекомендовано використовувати довжину 0,5 м зі сторони живлення та 0,25 м зі сторони навантаження випробуваного автоматичного вимикача.

Резистор R_2 опором приблизно 0,5 Ом під'єднують послідовно мідним проводом F :

— для кола на рисунках 3 та 4а між металевою опорною рамою і селекторним перемикачем P : цей перемикач перебуває в одному зі своїх двох положень для приблизно половини спрацьовувань автоматичного вимикача та в іншому положенні для операцій, які залишилися;

— для кола на рисунках 4b, 5 та 6 між металевою опорною рамою та нейтраллю живлення.

Мідний провід F має бути завдовжки принаймні 50 мм та

— 0,1 мм в діаметрі для автоматичних вимикачів, які перевіряють за атмосферного повітря та встановлюють на металевих опорних рамах;

— 0,3 мм в діаметрі для автоматичних вимикачів, які перевіряють у найменшій окремій облоці, яку зазначив виробник.

Резистор R_1 , що відводить струм силою 10 А на фазу, приєднаний зі сторони живлення автоматичного вимикача між імпедансами для регулювання сили очікуваного струму до номінальної комутаційної здатності автоматичного вимикача за короткого замикання.

9.12.5 Коефіцієнт потужності випробувального кола

Коефіцієнт потужності кожної фази випробуваного кола треба визначати згідно з визнаним методом, який потрібно зазначати в протоколі випробування.

Два приклади наведено в додатку А.

Коефіцієнтом потужності багатозначного кола вважають середнє значення коефіцієнта потужності кожної фази.

Діапазони коефіцієнтів потужності наведено в таблиці 17.

Таблиця 17 — Діапазони коефіцієнтів потужності випробувального кола

Сила випробувального струму I_{cs} , А	Відповідний діапазон коефіцієнта потужності
До 1500 включно	Від 0,93 до 0,98
Від 1500 до 3000 включно	» 0,85 » 0,90
» 3000 » 4500 »	» 0,75 » 0,80
» 4500 » 6000 »	» 0,65 » 0,70
» 6000 » 10 000 »	» 0,45 » 0,50
» 10 000 » 25 000 »	» 0,20 » 0,25

9.12.6 Вимірювання та перевіряння I^2t та пікового струму (I_p)

Значення I^2t і I_p вимірюють під час випробовувань за 9.12.11.2, 9.12.11.3 і 9.12.11.4.

У разі випробовування автоматичного вимикача в трифазних колах значення I^2t треба вимірювати на кожному полюсі.

Максимальні виміряні значення I^2t треба реєструвати в протоколі випробування, і вони не повинні перевищувати відповідні значення характеристик I^2t , які зазначив виробник.

9.12.7 Калібрування випробувального кола

9.12.7.1 Для калібрування випробувального кола з'єднання G, що має незначний імпеданс порівняно з цим випробувальним колом, потрібно приєднати в точках, зазначених на рисунках 3—6.

9.12.7.2 Щоб отримати очікувану силу струму, що дорівнює номінальній комутаційній здатності автоматичного вимикача за короткого замикання з відповідним коефіцієнтом потужності згідно з таблицею 17, імпеданси Z треба увімкнути зі сторони живлення з'єднаннями G.

9.12.7.3 Щоб отримати випробувальну силу струму меншу за номінальну комутаційну здатність автоматичного вимикача за короткого замикання додаткові імпеданси Z_1 потрібно увімкнути зі сторони навантаження з'єднаннями G, як показано на рисунках 3—6.

9.12.8 Інтерпретування записів

9.12.8.1 Визначення прикладеної напруги та відновної напруги промислової частоти

Прикладену напругу та відновну напругу промислової частоти, визначають за записом, що відповідає операції розмикання O (див. 9.12.11.1) апарата під час випробовування, та оцінюють згідно із записом рисунку 7. Напругу зі сторони живлення треба вимірювати протягом першого циклу після зникнення дуги в усіх полюсах і після припинення високовольтних явищ.

9.12.8.2 Визначення очікуваного струму короткого замикання

Складник змінного струму для очікуваного струму дорівнює середньоквадратичному значенню складника змінного струму для струму калібрування (значення, що відповідає A_2 на рисунку 7).

Де застосовно, очікувана сила струму короткого замикання має дорівнювати середньому значенню очікуваної сили струму в усіх фазах.

9.12.9 Стан автоматичного вимикача перед випробовуваннями

Автоматичні вимикачі треба перевіряти за атмосферного повітря відповідно до 9.12.9.1, якщо їх не призначено, щоб застосовувати тільки в оболонках, які зазначив виробник, або, якщо їх призначено, щоб застосовувати тільки в індивідуальних оболонках, то їх потрібно перевіряти згідно з 9.12.9.2 або, за згодою виробника, відповідно до 9.12.9.1.

Примітка. Індивідуальні оболонки — це оболонки, призначені тільки для одного пристрою.

Автоматичними вимикачами треба керувати вручну чи випробувальним апаратом, який імітує, настільки близько, наскільки можливо, нормальну операцію замикання.

Потрібно вжити таких заходів обережності

— випробувальний апарат не повинен завдавати шкоди автоматичному вимикачу під час випробовувань;

— вільному руху робочих засобів автоматичного вимикача під час випробовувань не повинні заважати;

— швидкість робочих засобів випробувального апарата не повинна надмірно впливати на робочі засоби автоматичного вимикача під час випробовування.

За вимогою виробника в разі автоматичного вимикача з залежною ручною операцією автоматичний вимикач треба використовувати з робочою швидкістю під час задіювання $0,1 \text{ м/с} \pm 25 \%$, ця швидкість вимірювана в надзвичайній ситуації, коли та де робочі засоби випробувального апарата торкаються засобів задіювання автоматичних вимикачів під час випробовування. Для поворотних вимикачів кутова швидкість має значною мірою відповідати зазначеним вище умовам, зазначеній вище швидкості робочих засобів (в надзвичайній ситуації) під час випробовування автоматичного вимикача.

9.12.9.1 Випробовування на атмосферному повітрі

Автоматичний вимикач під час випробовування встановлюють, як показано на рисунку Н.1.

Поліетиленову плівку та бар'єр з ізоляційного матеріалу, зазначені в додатку Н, розміщують, як показано на рисунку Н.1, лише для О-операцій.

Ґрати, зазначені в додатку Н, треба розміщувати так, щоб більша частина випромінюваних іонізувальних газів проходила крізь ґрати. Ґрати потрібно розташувати в найнесприятливіше(-і) положення.

Примітка. Якщо положення отворів не очевидне чи якщо немає ніяких отворів, то відповідну інформацію повинен забезпечити виробник.

Коло(-а) ґрат (див. рисунок Н.3) треба приєднувати до точок В і С згідно з випробувальним колом за схемами рисунків 3—6; для випробовування однополюсних автоматичних вимикачів, які мають номінальну напругу 230/400 В коло(-а) ґрат потрібно, однак, приєднувати між фазами, в точках В і С', відповідно, до випробувального кола схеми рисунка 3.

Резистор R' повинен мати опір 1,5 Ом. Мідний провід F' (див. рисунок Н.3) має бути завдовжки 50 мм і діаметром 0,12 мм для автоматичних вимикачів, які мають номінальну напругу 230 В, та 0,16 мм для автоматичних вимикачів, які мають номінальну напругу 400 В чи 230/400 В.

Для автоматичних вимикачів, які мають номінальну напругу 120 В чи 120/240 В, резистор R' повинен мати опір 0,75 Ом, і мідний провід має бути діаметром 0,12 мм.

Для випробувального струму із силою до 1500 А включно відстань «а» має бути 35 мм.

Для струмів, які мають більшу силу струму короткого замикання до $I_{\text{сн}}$, відстань «а» можна збільшити, тоді її повинен вибрати з ряду (40—45—50—55—...) мм і заявити виробник.

Для випробувальних струмів, сила яких перевищує 1500 А, будь-які додаткові бар'єри та засоби ізолювання, які допускають коротшу відстань «а», теж повинен зазначати виробник.

9.12.9.2 Випробовування в оболонках

Випробовування виконують з автоматичним вимикачем, який розташовано в оболонці, що має найнесприятливішу конфігурацію, за найнесприятливіших умов. Ґрати та бар'єри з ізоляційного матеріалу, показані на рисунку Н.1, вилучено.

Примітка. Це означає, що, якщо інші автоматичні вимикачі (чи інші пристрої) зазвичай встановлюють за інструкцією(-ями) за ґрати, то ці автоматичні вимикачі (чи інші пристрої) треба встановлювати там. Їх потрібно приєднувати як для нормального використання, але через F' і R' , як визначено в 9.12.9.1 і, як показано на відповідному рисунку (3, 4а, 4б, 5 чи 6).

Відповідно до інструкцій виробників бар'єри, чи інші засоби, чи відповідні зазори можуть бути необхідні, щоб перешкоджати іонізованим газам впливати на устаткування.

Поліетиленову плівку, як зазначено в додатку Н, розміщують, як показано на рисунку Н.1, лише для О-операцій.

9.12.10 Поводження автоматичного вимикача під час випробовування на коротке замикання

Під час робочих циклів за 9.12.11.2, чи 9.12.11.3, чи 9.12.11.4 автоматичний вимикач не повинен шкодити безпеці оператора та повинен давати змогу повторно вмикати через час t , як зазначено в 9.12.11.1, без демонтажу його з випробувального механізму.

На поліетиленовій плівці не повинно бути видно жодних дірок неозброєним чи озброєним оком без додаткового збільшення.

Крім того, не повинно бути жодного стійкого утворення дуги, іскрових перекриттів між полюсами чи між полюсами та корпусом, розплавлення плавкого запобіжника F і, якщо застосовний, плавкого запобіжника F' .

9.12.11 Методика випробовування

9.12.11.1 Загальні положення

Методика випробовування складається з послідовності операцій.

Такі символи застосовують, щоб визначити послідовність операцій:

O — операція вимикання;

CO — операція вмикання з наступним автоматичним вимиканням;

t — проміжок часу між двома послідовними операціями короткого замикання, який має становити 3 хв чи триваліший час, якого може потребувати тепловий розчіплювач надструму, щоб дати змогу повторно вмикати автоматичний вимикач. Цей триваліший час має зазначити виробник.

Фактичне значення t треба зазначати в протоколі випробовування. Якщо зразки унеможливають повторне вмикання після часу, який зазначив виробник, то їх вважають такими, які не пройшли випробовування.

Після зникнення дуги відповідну напругу потрібно утримувати впродовж не менше ніж 0,1 с.

9.12.11.2 Випробовування за зменшеної сили струмів короткого замикання

9.12.11.2.1 Випробовування усіх автоматичних вимикачів

Додаткові імпеданси Z_1 (див. 9.12.7.3) регулюють, щоб отримати більше значення сили струму або 500 А, або $10 I_n$, з коефіцієнтом потужності від 0,93 до 0,98.

Кожний із захищених полюсів автоматичного вимикача піддають окремо випробовуванню в колі, з'єднання якого показано на рисунку 3.

Дев'ять разів зумовлюють автоматичне вимикання автоматичного вимикача із замиканням кола, шість разів допоміжним вимикачем А і тричі безпосередньо автоматичним вимикачем.

Послідовність операцій має бути така:

O—t—O—t—O—t—O—t—O—t—O—t—CO—t—CO—t—CO

Для випробовування допоміжний вимикач А синхронізують відносно хвилі напруги так, щоб шість точок початку операцій вимикання було рівномірно розподілено на півхвилі з допустимим відхилом $\pm 5^\circ$.

9.12.11.2.2 Випробовування за короткого замикання автоматичних вимикачів на номінальну напругу 230 В, або 240 В, чи 230/400 В, щоб перевірити їх придатність для використання в ІТ-системах

Додаткові імпеданси Z_1 (див. 9.12.7.3) регулюють, щоб отримати більше значення сили струму або 500 А, або 1,2 від верхньої межі стандартного діапазону сили струмів миттєвого розчіплювання, що наведено в таблиці 2, але не більше ніж 2500 А, з коефіцієнтом потужності від 0,93 до 0,98, з напругою, що становить 105 % від верхнього значення номінальної напруги.

Для автоматичних вимикачів, які мають значення сили струму миттєвого розчіплювання більше ніж $20 I_n$, імпеданси регулюють так, щоб отримати струм із силою, що становить 1,2 від верхньої межі сили струму миттєвого розчіплювання, яку зазначив виробник, обмеження 2500 А не враховують.

Однофазні автоматичні вимикачі та кожний захищений полюс багатополюсних автоматичних вимикачів піддають індивідуальному випробовуванню в колі, з'єднання якого показано на рисунку 3, де з'єднання N треба замінити на з'єднання з фазою.

Послідовність операцій має бути така:

O—t—CO.

Для O-операції на першому захищеному полюсі допоміжний вимикач А синхронізують відносно хвилі напруги так, щоб коло було замкнене в точці 0° на хвилі цієї операції.

Для наступних O-операцій на інших захищених полюсах, які будуть перевіряти (див. С.2), цю точку переміщують кожного разу на 30° відносно точки на хвилі попереднього випробування з допустимим відхилом $\pm 5^\circ$.

9.12.11.3 Випробовування за 1500 А

Для автоматичних вимикачів, які мають номінальну комутаційну здатність за короткого замикання 1500 А випробувальне коло калібрують згідно з 9.12.7.1 та 9.12.7.2 до отримання 1500 А з коефіцієнтом потужності, що відповідає цій силі струму згідно з таблицею 17.

Для автоматичних вимикачів, які мають номінальну комутаційну здатність за короткого замикання вищу ніж 1500 А випробувальне коло калібрують згідно з 9.12.7.1 та 9.12.7.2 з коефіцієнтом потужності, що відповідає 1500 А згідно з таблицею 17.

Однополюсні автоматичні вимикачі перевіряють в колі, схему якого наведено на рисунку 3.

Двополюсні автоматичні вимикачі з одним захищеним полюсом перевіряють в колі, схему якого наведено на рисунку 4а.

Двополюсні автоматичні вимикачі з двома захищеними полюсами перевіряють у колі, схему якого наведено на рисунку 4б.

Триполюсні автоматичні вимикачі та чотириполюсні автоматичні вимикачі з трьома захищеними полюсами перевіряють в колі, схеми яких наведено на рисунках 5 і 6, відповідно.

Для триполюсних автоматичних вимикачів не передбачено з'єднання нейтралі живлення та загальної точки, якщо така є, зі сторони навантаження автоматичного вимикача.

Для чотириполюсних автоматичних вимикачів із трьома захищеними полюсами нейтраль живлення з'єднують через незахищений полюс чи вимикальний нейтральний полюс із загальної точки зі сторони навантаження автоматичного вимикача.

Якщо нейтраль чотириполюсного автоматичного вимикача не промаркував виробник, то випробовування повторюють із трьома новими зразками, використовуючи послідовно кожний полюс як нейтральний по черзі.

Для випробовування однополюсних і двополюсних автоматичних вимикачів допоміжний вимикач А синхронізують відносно хвилі напруги так, щоб шість точок початку були рівномірно розподілені на півхвилі з допустимим відхилом $\pm 5^\circ$.

Послідовність операцій має бути такою, як зазначено в 9.12.11.2, крім однополюсних автоматичних вимикачів із номінальною напругою 230/400 В. У цьому разі тільки дві СО-операції виконують після шести О-операцій; крім того, ці автоматичні вимикачі перевіряють, виконуючи разом одну О-операцію, один автоматичний вимикач вставляючи в кожен фазу випробувального кола, передбаченого для триполюсного автоматичного вимикача (рисунк 5), без синхронізації допоміжного вимикача, що створює коротке замикання.

Для чотириполюсних і триполюсних автоматичних вимикачів допустиме випробовування з довільним вибором точки на хвилі.

9.12.11.4 Випробовування за сили струму понад 1500 А

9.12.11.4.1 Співвідношення k між робочою комутаційною здатністю за короткого замикання та номінальною комутаційною здатністю за короткого замикання

Співвідношення k між робочою комутаційною здатністю за короткого замикання та номінальною комутаційною здатністю за короткого замикання має відповідати таблиці 18.

Таблиця 18 — Співвідношення k між робочою комутаційною здатністю за короткого замикання (I_{cs}) і номінальною комутаційною здатністю за короткого замикання (I_{cn})

I_{cn}	k
До 6000 А включно	1,00
Від 6000 А до 10 000 А включно	0,75 ^{a)}
Понад 10 000 А	0,50 ^{b)}
^{a)} Мінімальне значення I_{cs} 6000 А. ^{b)} Мінімальне значення I_{cs} 7500 А.	

9.12.11.4.2 Випробовування за робочої комутаційної здатності за короткого замикання (I_{cs})

а) Випробувальне коло калібрують згідно з 9.12.7.1 та 9.12.7.3 з коефіцієнтом потужності згідно з таблицею 17.

Три зразки випробовують у відповідному колі, зазначеному в 9.12.11.3.

Якщо виводи живлення та навантаження випробуваного автоматичного вимикача не промарковано, то два зразки приєднують в одному напрямку та третій зразок у протилежному напрямку.

б) Для однополюсних і двополюсних автоматичних вимикачів послідовність операцій є такою:

O—t—O—t—CO.

Для О-операцій допоміжний вимикач А синхронізують відносно хвилі напруги так, щоб коло було замкнене в точці 0° на хвилі для О-операції на першому зразку.

Цю точку переміщують на 45° для другої О-операції на першому зразку; для другого зразка дві О-операції треба синхронізувати за 15° і 60° і для третього зразка — за 30° і 75° .

Допустимий відхил синхронізації не повинен перевищувати $\pm 5^\circ$.

Для двохполюсних автоматичних вимикачів той самий полюс використовують як еталон, щоб синхронізувати.

Цю методику випробовування зазначено в таблиці 19.

Таблиця 19 — Методика випробовування за I_{cs} однополюсних і двополюсних автоматичних вимикачів

Операція	Зразок		
	1	2	3
1	О (0°)	О (15°)	О (30°)
2	О (45°)	О (60°)	О (75°)
3	СО	СО	СО

с) Для триполюсних та чотириполюсних автоматичних вимикачів послідовність операцій є такою:

О—t—СО—t—СО.

Для О-операцій допоміжний вимикач А синхронізують відносно хвилі напруги так, щоб коло було замкнене в будь-якій точці (x°) на хвилі для О-операції на першому зразку.

Цю точку переміщують на 60° для О-операції на другому зразку і ще на 60° для О-операції на третьому зразку.

Допустимий відхил синхронізації не повинен перевищувати $\pm 5^\circ$. Для різних зразків той самий полюс треба використовувати як еталон, щоб синхронізувати.

Цю методику випробовування зазначено в таблиці 20.

Таблиця 20 — Методика випробовування за I_{cs} триполюсних і чотириполюсних автоматичних вимикачів

Операція	Зразок		
	1	2	3
1	О (x°)	О ($x^\circ + 60^\circ$)	О ($x^\circ + 120^\circ$)
2	СО	СО	СО
3	СО	СО	СО

д) Для однополюсних автоматичних вимикачів із номінальною напругою 230/400 В додатковий набір з трьох зразків перевіряють в колі, що відповідає рисунку 5.

Ці зразки встановлюють по одному в кожну фазу випробувального кола без синхронізації допоміжного вимикача А, що створює коротке замикання.

Не повинно бути жодного з'єднання між нейтраллю живлення та загальною точкою зі сторони навантаження автоматичного вимикача.

Методику випробовування зазначено в таблиці 21.

Примітка. Під час цього випробовування не потрібно вимірювати I^2t .

Таблиця 21 — Методика випробовування за I_{cs} за трифазних випробувань однополюсних автоматичних вимикачів із номінальною напругою 230/400 В

Операція	Зразок		
	1	2	3
1	О	О	О
2	—	СО	О
3	СО	—	СО
4	СО	СО	—

9.12.11.4.3 Випробовування за номінальної комутаційної здатності за короткого замикання (I_{cn})

а) Випробувальне коло калібрують згідно з 9.12.7.1 і 9.12.7.2.

Три зразки перевіряють у відповідному колі, зазначеному в 9.12.11.3.

Якщо виводи живлення та навантаження випробуваного автоматичного вимикача не промарковано, то два зразки приєднують в одному напрямку та третій зразок у протилежному напрямку.

Послідовність операцій є такою:

O—t—CO.

Для O-операцій додатковий вимикач А синхронізують відносно хвилі напруги так, щоб коло було замкнене в точці 15° на хвилі для O-операції на першому зразку.

Цю точку переміщують на 30° для O-операції на другому зразку і ще на 30° для O-операції на третьому зразку.

Допустимий відхил синхронізації не повинен перевищувати $\pm 5^\circ$.

Для багатополюсних автоматичних вимикачів той самий полюс треба застосовувати як еталон для синхронізації.

Методику випробовування зазначено в таблиці 22.

Таблиця 22 — Методика випробовування за I_{cn}

Операція	Зразок		
	1	2	3
1	O (15°)	O (45°)	O (75°)
2	CO	CO	CO

б) Для однополюсних автоматичних вимикачів із номінальною напругою 230/400 В додатковий набір з чотирьох зразків перевіряють в колі, що відповідає рисунку 5.

Три з цих зразки встановлюють по одному в кожен фазу випробувального кола без синхронізації допоміжного вимикача А, що створює коротке замикання.

Не повинно бути жодного з'єднання між нейтраллю живлення та загальною точкою зі сторони навантаження автоматичного вимикача.

Методику випробовування зазначено в таблиці 23.

Після другої O-операції зразок, позначений номером 1 в таблиці 23, треба замінити четвертим зразком.

Примітка. Під час цього випробовування не потрібно вимірювати $I^2 t$.

Таблиця 23 — Методика випробовування за I_{cn} за трифазних випробувань однополюсних автоматичних вимикачів із номінальною напругою 230/400 В

Операція	Зразок			
	1	2	3	4
1	O	O	O	—
2	O	CO	—	—
3	—	—	CO	O

9.12.12 Перевіряння автоматичних вимикачів після випробування на коротке замикання

9.12.12.1 Перевіряння після випробування за зменшеної сили струмів короткого замикання, за 1500 А та за експлуатаційної комутаційної здатності за короткого замикання

Після випробування згідно з 9.12.11.2, 9.12.11.3 чи 9.12.11.4.2 у автоматичних вимикачів не повинно бути жодних пошкоджень, які заважатимуть їх подальшому використуванню, і вони без обслуговування мають витримувати так випробовування.

а) Струм спливу між відкритими контактами, згідно з 9.7.6.3.

б) Випробовування на електричну міцність ізоляції, згідно з 9.7.3, виконувати від 2 год до 24 год після випробування на коротке замикання з напругою на 500 В нижче ніж значення, встановлене в 9.7.5, та без попереднього оброблення вологою.

Під час цих випробовувань після того, як виконано випробовування за умов, зазначених у 9.7.2 а), необхідно перевірити, чи засоби індикатування показують розімкнене положення, і під час випробовування, виконане за умов, зазначених у 9.7.2 б), чи засоби індикатування показують замкнене положення.

с) Крім того, після випробування за 9.12.11.3 чи 9.12.11.4.2 автоматичні вимикачі не повинні розчіплюватися під час проходжування струму, сила якого дорівнює 0,85 від умовної сили струму нерозчіплювання, через усі полюси протягом умовного проміжку часу, починаючи з холодного стану.

Наприкінці цього перевіряння силу струму поступово збільшують протягом 5 с до 1,1 від умовної сили струму розчеплення.

Автоматичні вимикачі мають розчіплюватися за умовний проміжок часу.

9.12.12.2 Перевіряння після випробування на коротке замикання за номінальної комутаційної здатності за короткого замикання

Після випробування згідно з 9.12.11.4.3 на поліетиленовій плівці не повинно бути видно неозброєним або озброєним оком без додаткового збільшення жодних дірок, і у автоматичних вимикачів не повинно бути жодних пошкоджень, які заважатимуть їх подальшому використуванню, і вони без обслуговування мають витримувати такі випробовування.

а) Струм спливу між відкритими контактами згідно з 9.7.6.3.

б) Випробовування на електричну міцність ізоляції, згідно з 9.7.3, виконувати від 2 год до 24 год після випробування на коротке замикання з напругою 900 В та без попереднього оброблення вологою.

Під час цих випробовувань після того, як виконано випробовування за умов, зазначених у 9.7.2 а), необхідно перевірити, чи засоби індикатування показують розімкнене положення, і під час випробовування, виконаного за умов, зазначених у 9.7.2 б), чи засоби індикатування показують замкнене положення.

с) Крім того, автоматичні вимикачі мають розчіплюватися за час, що відповідає випробуванням згідно з таблицею 7, із силою струму $2,8 I_n$, що проходить через усі полюси, нижня часова межа становить 0,1 с замість 1 с.

Зразок, зазначений як номер 1 в таблиці 23, не перевіряють за цим підпунктом, але він має задовольняти вимоги з 9.12.10.

9.13 Механічний вплив

9.13.1 Механічний поштовх

9.13.1.1 Випробувальний пристрій

Автоматичний вимикач піддають механічному поштовху, застосовуючи апарат, який показано на рисунку 8.

Дерев'яну основу А закріплюють на бетонному блоці і дерев'яну платформу В закріплюють на шарнірах на основі А. Ця платформа несе дерев'яну плиту С, яку можна встановлювати на різних відстанях від шарніра і в двох вертикальних положеннях.

На кінці платформи В є металевий пластинчастий упор D, який опирається на спіральну пружину зі сталою $c = 25 \text{ Н/мм}$.

Автоматичний вимикач закріплюють на вертикальній плиті так, щоб відстань від горизонтальної осі зразка до платформи дорівнювала 180 мм, вертикальну плиту в свою чергу закріплюють так, щоб відстань від монтажною поверхні до шарніра, дорівнювала 200 мм, як показано на рисунку 8.

На поверхні С, протилежній монтажній поверхні автоматичного вимикача, встановлюють додаткову масу так, щоб статичний тиск на металевий пластинчастий упор становив 25 Н, що забезпечує практично сталий момент інерції укомплектованої системи.

9.13.1.2 Методика випробовування

Із автоматичним вимикачем у замкненому положенні, але не з'єднаному з будь-яким електричним джерелом, платформу піднімають за її вільний кінець і потім дають падати 50 разів із висоти 40 мм із таким проміжком часу між послідовними падіннями, щоб зразок устиг повернутися у вихідний стан.

Потім автоматичний вимикач закріплюють на протилежній стороні вертикальної плити С, і платформа падає 50 разів, як і раніше.

Після цього випробування вертикальну плиту повертають на 90° відносно її вертикальної осі і, якщо необхідно, то переставляють так, щоб між вертикальною віссю симетрії автоматичного вимикача до шарніра було 200 мм.

Платформі знов дають падати 50 разів, як раніше, з автоматичним вимикачем на одній стороні вертикальної плити і 50 разів з автоматичним вимикачем на протилежній стороні.

Перед кожним змінюванням положення автоматичний вимикач вручну розмикають та замикають.

Під час випробовування автоматичний вимикач не повинен розмикатися.

9.13.2 Стійкість до механічного впливу й удару

Відповідність перевіряють на тих незахищених частинах автоматичного вимикача, встановленого, як для нормального використання (див. примітку до 8.1.6), які можна піддати механічному впливу за нормального використання, випробовуванням за 9.13.2.1 для усіх типів автоматичних вимикачів і, крім того, випробовуванням, зазначеним у:

- 9.13.2.2 для угвинчуваних типів автоматичних вимикачів;
- 9.13.2.3 для типів автоматичних вимикачів, призначених для встановлювання на рейках, і для всіх типів вставних автоматичних вимикачів, розроблених для встановлювання на поверхні;
- 9.13.2.4 для вставних типів автоматичних вимикачів, закріплене положення яких залежить лише від їхніх з'єднань.

Автоматичні вимикачі, призначені для використання лише в повністю закритих оболонках, не піддають цим випробовуванням.

9.13.2.1 Зразки піддають ударам апаратом для випробовування на удар, як показано на рисунках від 10 до 14.

Головка ударного елемента має півсферичну поверхню радіусом 10 мм і з поліаміду, що має твердість за Роквеллом HR 100.

Ударний елемент має масу (150 ± 1) г і його міцно встановлюють на нижньому кінці сталевій труби із зовнішнім діаметром 9 мм і товщиною стінки 0,5 мм, шарнірно закріпленої верхнім кінцем, щоб він коливався лише у вертикальній площині.

Вісь шарніра на (1000 ± 1) мм вище осі ударного елемента.

Щоб визначити твердість за Роквеллом поліамідної головки ударного елемента, застосовують такі умови:

- діаметр кульки: $(12,7 \pm 0,0025)$ мм;
- початкове навантаження: (100 ± 2) Н;
- перевантаження: $(500 \pm 2,5)$ Н.

Примітка 1. Додаткову інформацію щодо визначання твердості за Роквеллом пластмас наведено в ISO 2039-2.

Конструкція випробувального апарата така, що силу від 1,9 Н до 2,0 Н прикладають до поверхні ударного елемента так, щоб труба залишилася в горизонтальному положенні.

Автоматичний вимикач поверхневого типу встановлюють на квадратному листі фанери товщиною 8 мм зі стороною 175 мм, закріпленого верхнім та нижнім краями до кронштейну з ребром жорсткості, яка є частиною монтажної опорної рами, як показано на рисунку 12.

Монтажна опорна рама має масу (10 ± 1) кг, і її треба встановити на жорстку раму штифтами.

Раму закріплюють на твердій стіні.

Автоматичний вимикач щитового типу встановлюють у пристрій, як показано на рисунку 13, який у свою чергу встановлюють на опорну раму, яку показано на рисунку 12.

Автоматичні вимикачі, призначені для встановлювання на розподільчому щиті, встановлюють у прилад, наведений на рисунку 14, який встановлено на опорній рамі, показаній на рисунку 12.

Автоматичні вимикачі вставного типу встановлюють укомплектованими відповідними засобами для вставного з'єднування, які закріплюють на листі фанери для поверхневих типів чи в пристрій відповідно до рисунка 13 для щитового типу чи рисунка 14 для типів, призначених для встановлювання на розподільчому щиті, якщо застосовують.

Автоматичні вимикачі угвинчуваних типів встановлюють на їхній відповідній основі, встановленій на монтажну плату, яку зроблено з квадратного листа фанери товщиною 8 мм зі стороною 175 мм.

Автоматичні вимикачі, які встановлюють угвинчуванням, закріплюють гвинтами.

Автоматичні вимикачі, призначені для встановлювання на рейці, встановлюють на їхню відповідну рейку.

Автоматичні вимикачі, призначені для закріплювання гвинтами, та ті, які призначено для встановлювання на рейці, для випробовування треба закріпити гвинтами.

Конструкція випробувального апарата така, що

— зразок можна переміщувати горизонтально і повертати навколо осі, перпендикулярної до поверхні фанери;

— фанеру можна повертати навколо вертикальної осі.

Автоматичний вимикач установлюють на фанері чи на відповідному пристрої як для нормальних умов використання, з накривками, якщо їх передбачено, так, щоб точка удару лежала у вертикальній площині, що проходить крізь вісь коливання маятника.

Кабельні входи, які не забезпечено виштовхувачами, залишають відкритими. Якщо їх забезпечено виштовхувачами, то два з них відкривають.

Перед нашоуванням ударів гвинти для закріплювання основи, накривки тощо затягують, застосовуючи обертальний момент, що дорівнює $2/3$ від значення, зазначеного в таблиці 10.

Ударному елементу дають падати з висоти 10 см на незахищені поверхні, коли автоматичний вимикач установлюють, як для нормального використання.

Висоту падіння визначають як відстань між положенням контрольної точки, коли маятник відпущено та положенням тої точки в момент удару.

Контрольну точку відмічають на поверхні ударного елемента там, де лінія, що проходить через точку перетинання осей сталевोї труби маятника й ударного елемента і перпендикулярна до площини, в якій лежать ці дві осі, перетинає цю поверхню.

Примітка 2. Теоретично центр ваги ударного елемента має бути контрольною точкою. Оскільки центр ваги важко визначити, то контрольну точку вибирають, як зазначено вище.

Кожний автоматичний вимикач піддають десяти ударам, два з яких наносять по робочим засобам та інші рівномірно розподіляють між тими частинами зразка, які можуть піддаватися ударам.

Удари не наносять на зони виштовхувачів чи на будь-які отвори, закриті прозорим матеріалом.

Взагалі, один удар наносять на кожную бокову сторону зразка після того, як було повернуто наскільки можливо, але не більше ніж на 60° навколо вертикальної осі, і два удари прикладають приблизно посередині між ударами по боковій стороні і ударами по робочих засобах.

Інші удари наносять тим самим способом після того, як зразок повертають на 90° навколо осі, яка перпендикулярна до фанери.

Якщо забезпечено кабельними входами чи виштовхувачами, то зразок установлюють так, щоб дві лінії ударів були майже на рівних відстанях від цих отворів.

Два удари застосовують до робочих засобів так: один, коли робочі засоби перебувають в замкненому положенні, і другий, коли вони перебувають в розімкненому положенні.

Після випробування зразки не повинні мати жодних пошкоджень у межах понять цього стандарту. Індивідуальні накривки, коли їх поламано, роблять доступними частини, які перебувають під напругою, чи шкодять подальшому використуванню автоматичного вимикача, робочих засобів, обшивок і бар'єрів з ізоляційного матеріалу й інших, вони не повинні мати таких пошкоджень.

У разі сумніву, необхідно перевірити, що видалення та заміна зовнішніх частин таких, як оболонки та накривки, є можливою без пошкодження цих частин або їхньої обшивки.

Примітка 3. Зовнішніми пошкодженнями, невеликими ум'ятинами, які не зменшують довжину шляху струму спливу чи зазори менше значень, установлених у 8.1.3, і невеликими осколками, які не впливають негативно на захист від ураження електричним струмом, нехтують.

9.13.2.2 Автоматичні вимикачі угвинчуваних типів, угвинчують до кінця у відповідну основу з обертальним моментом 2,5 Нм протягом 1 хв.

Після випробування зразок не повинен мати жодного пошкодження, що заважає його подальшому використуванню.

9.13.2.3 Автоматичні вимикачі, призначені для встановлювання на рейці, встановлюють як для нормального використання, але не приєднуючи кабелі та без будь-яких накривок чи покривних пластин, на рейці, яку міцно закріплюють на вертикальній нерухомій стіні.

Вставні автоматичні вимикачі, призначені для встановлювання на поверхню, встановлюють укомплектованими відповідними засобами для вставного з'єднування, але без кабелів з'єднування і без будь-яких покривних пластин.

Надхідну силу в 50 Н прикладають вертикально без поштовхів протягом 1 хв до передньої поверхні автоматичного вимикача, потім негайно прикладають висхідну вертикальну силу в 50 Н протягом 1 хв (див. рисунок 15).

Під час цього випробовування кріплення автоматичного вимикача не повинне послаблюватися, і після цього випробування автоматичний вимикач не повинен мати жодного пошкодження, що заважає його подальшому використанню.

9.13.2.4 Автоматичні вимикачі вставного типу, положення закріплення яких залежить лише від їхніх з'єднань, установлюють укомплектованою відповідною вставною основою, але не приєднуючи кабелі та без будь-яких покривних пластин на вертикальній нерухомій стіні.

Силу в 20 Н прикладають до частини автоматичного вимикача в точці, що однаково віддалена від уставних виводів, без поштовхів протягом 1 хв (див. рисунок 17).

Під час цього випробовування кріплення частини автоматичного вимикача не повинне послаблюватися, і вона не повинна рухатись відносно базової частини, і після випробування обидві частини не повинні мати жодного пошкодження, що заважає його подальшому використанню.

9.14 Перевіряння теплостійкості

9.14.1 Зразки без знімних накривок, якщо вони є, витримують у камері тепла протягом 1 год за температури $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$; знімні накривки, якщо вони є, витримують у камері тепла протягом 1 год за температури $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Протягом випробовування зі зразками не повинно відбутися жодних змін, які зашкодять подальшому використанню, і герметизувальний компаунд, якщо він є, не повинен витекти доти, поки частини, які перебувають під напругою, не стануть незахищеними.

Після випробування та після охолодження зразків приблизно до кімнатної температури частини, які перебувають під напругою, зазвичай недоступні, коли зразки встановлено як для нормального використання, мають залишатися недоступними, навіть якщо застосовують стандартний випробувальний щуп із силою, що не перевищує 5 Н.

Після випробування маркування має залишатися чітким.

Знебарвленням, здуттям чи невеликим зсувом герметизувального компаунду нехтують, якщо забезпечено вимоги щодо безпеки, зазначені в цьому стандарті.

9.14.2 Зовнішні частини автоматичного вимикача, виконані з ізоляційного матеріалу, призначені для утримування в необхідному положенні струмопровідних частин та частин захисного кола, піддають випробовуванню натисканням кулькою з використанням апарата, зображеного на рисунку 16, за винятком того, що, якщо застосовно, ізоляційні частини, потрібні, щоб утримувати в необхідному положенні виводи для захисних провідників в коробці, перевіряють, як зазначено в 9.14.3

Частину, яку перевіряють, розташовують на сталеву опорну раму з відповідною поверхнею в горизонтальному положенні, і сталеву кульку діаметром 5 мм притискають до цієї поверхні із силою 20 Н.

Випробовування виконують у камері тепла за температури $(125 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Через 1 год кульку віддаляють від зразка, який потім охолоджують протягом 10 с до приблизно кімнатної температури занурюванням у холодну воду.

Діаметр відбитка, залишеного кулькою, вимірюють, і він не повинен перевищувати 2 мм.

9.14.3 Зовнішні частини автоматичного вимикача, зроблені з ізоляційного матеріалу, не призначені, щоб утримувати необхідне положення струмопровідних частин і частин захисного кола, навіть при тому, що вони контактують з ними, піддають випробовуванню на натискання кулькою відповідно до 9.14.2, але випробовують за температури, яка з них вища: $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ чи $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ плюс найбільше перевищення температури, визначене для відповідної частини під час випробовування за 9.8.

Примітка 1. Для випробовувань за 9.14.2 і 9.14.3 основи автоматичних вимикачів поверхневого типу вважають зовнішніми частинами.

Примітка 2. Випробовуванням за 9.14.2 і 9.14.3 не піддають частини, зроблені з керамічних матеріалів.

Примітка 3. Якщо дві чи більше ізолювальних частин, зазначених у 9.14.2 і 9.14.3, виконано з одного матеріалу, то випробовування згідно з 9.14.2 і 9.14.3, якщо застосовують, виконують лише на одній із цих частин.

9.15 Стійкість до аномального нагрівання та вогнестійкість (випробовування розжареним дротом)

Розжареним дротом випробовують відповідно до розділів від 4 до 10 ІЕС 60695-2-10 за таких умов:

— для зовнішніх частин автоматичних вимикачів, виконаних з ізоляційного матеріалу, призначених, щоб утримувати в необхідному положенні струмопровідні частини та частини захисного кола, випробовують за температури $(960 \pm 15) ^\circ\text{C}$;

— для всіх інших зовнішніх частин, виконаних з ізоляційного матеріалу, випробовують за температури $(650 \pm 10) ^\circ\text{C}$.

Примітка 1. Випробовування розжареним дротом застосовують, щоб гарантувати, що електричний розжарений випробувальний дріт за певних умов випробовування не спричинить загоряння ізолювальних частин, чи гарантувати, що частина ізолювального матеріалу, який міг запалити розжарений випробувальний дріт за певних умов, має обмежений час горіння без поширення вогню полум'ям, або горінням частин, або краплями, які падають із випробуваних частин.

Примітка 2. Для цього випробовування основи автоматичних вимикачів поверхневого типу вважають зовнішніми частинами.

Примітка 3. Випробовуванням не піддають частини, зроблені з керамічних матеріалів.

Примітка 4. Якщо багато ізолювальних частин виконано з одного матеріалу, то випробовування виконують лише на одній із цих частин за температури, що відповідає випробуванню розжареним дротом.

Випробовування виконують на одному зразку.

У разі сумніву, випробовування повторюють на двох додаткових зразках.

Випробовування виконують, застосовуючи розжарений дріт один раз.

Під час випробовування зразок установлюють у найнесприятливіше положення його передбачуваного використання (з випробувальною поверхнею у вертикальному положенні).

Кінець розжареного дроту застосовують до зазначеної поверхні випробуваного зразка, взявши до уваги умови передбачуваного використання, за яких елемент нагрівання чи розжарення може контактувати зі зразком.

Зразок вважають таким, що витримав випробовування розжареним дротом, якщо

— немає жодного видимого полум'я та жодного тривалого світіння,

— полум'я та світіння загасають на зразку протягом 30 с після видалення розжареного дроту.

Не має бути жодного запалення цигаркового паперу чи обвуглювання соснової дошки.

9.16 Випробовування на протикорозійну стійкість

Видаляють все мастило з частин, які перевіряють, занурюванням у холодний хімічний знежирювальний розчин типу метилхлороформу чи очищеного бензину на 10 хв. Після цього частини занурюють на 10 хв у десятивідсотковий розчин хлориду амонію у воді з температурою $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

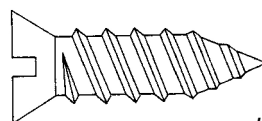
Без висихання, але після струшення усіх крапель, частини на 10 хв розміщують у камеру з насиченим вологою повітрям з температурою $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Після того, як частини висушують протягом 10 хв у камері тепла з температурою $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$, на їх поверхнях не повинно бути жодних ознак іржі.

Примітка 1. Слідами іржі на гострих краях і будь-якою жовтою плівкою, яку можна видалити протиранням, нехтують.

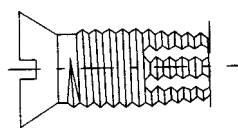
Для невеликих пружин, і аналогічних деталей, і для недоступних частин, які піддають абразійному зношуванню, достатній захист від іржі може забезпечити шар мастила. Такі частини підлягають цьому випробовуванню, якщо є сумнів щодо ефективності мастильної плівки, і в цьому разі випробовують без попереднього знежирювання.

Примітка 2. Використовуючи речовини, зазначені для випробовування, треба вживати достатніх заходів щодо безпеки, щоб запобігти вдиханню пари.



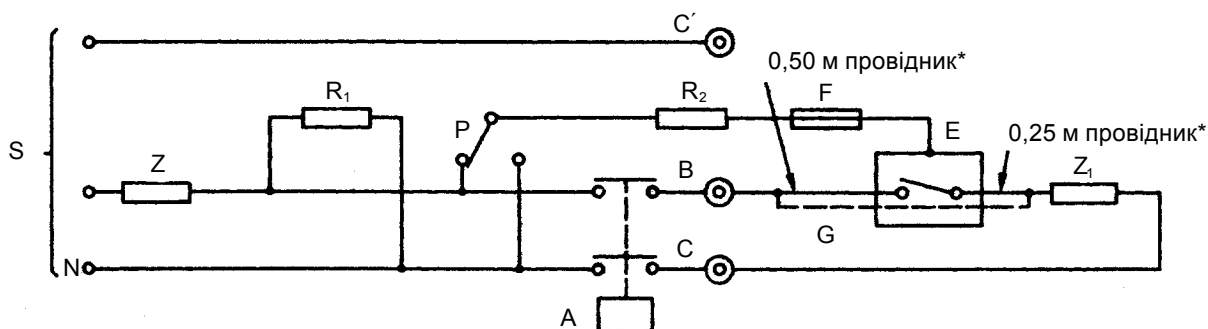
ІЕС 076/02

Рисунок 1 — Самонарізний формувальний гвинт (3.3.22)



IEC 077/02

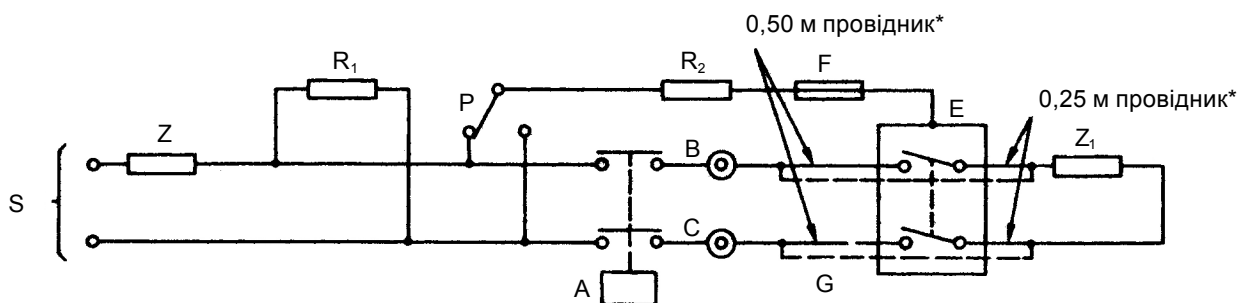
Рисунок 2 — Самонарізний різальний гвинт (3.3.23)



IEC 078/02

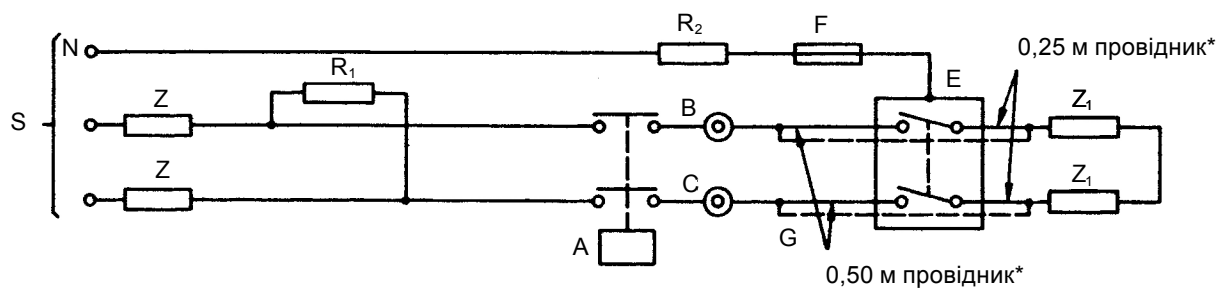
Примітка. Щодо познач на рисунках 3—6 див. рисунок 6.

Рисунок 3 — Однополюсний автоматичний вимикач



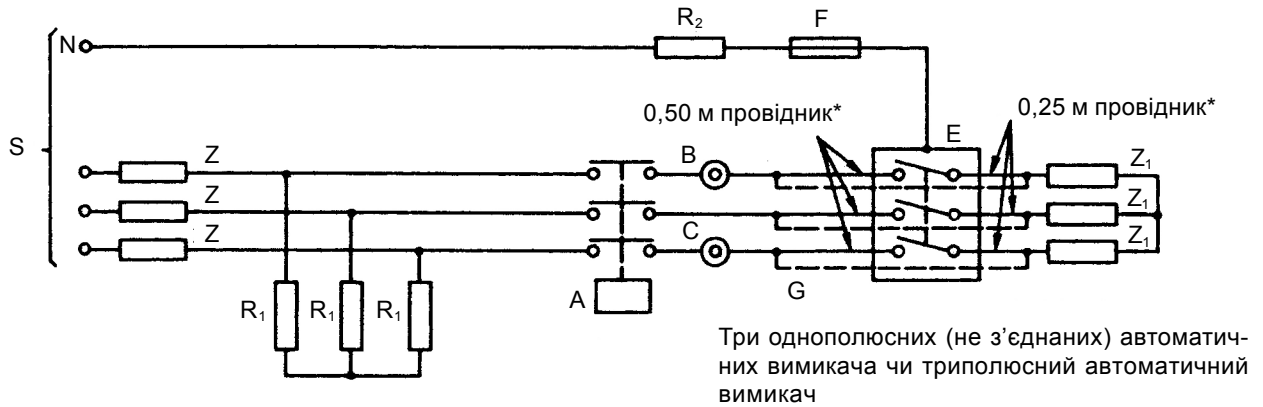
IEC 079/02

Рисунок 4a — Двополюсний автоматичний вимикач з одним захищеним полюсом



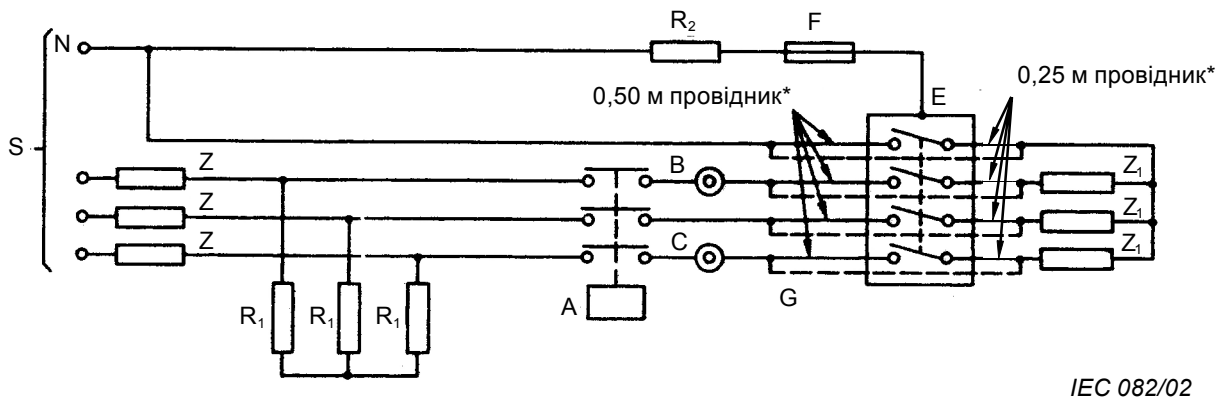
IEC 080/02

Рисунок 4b — Двополюсний автоматичний вимикач із двома захищеними полюсами



IEC 081/02

Рисунок 5 — Триполюсний автоматичний вимикач (чи три однополюсні автоматичні вимикачі)



IEC 082/02

Рисунок 6 — Чотириполюсний автоматичний вимикач

S — джерело живлення;

N — нейтраль;

Z — імпеданс для регулювання сили струму з номінальною комутаційною здатністю за короткого замикання;

Z₁ — імпеданс для регулювання випробування зі значенням меншим за номінальну комутаційну здатність за короткого замикання;R₁ — резистори;

E — оболонка чи опорна рама;

A — допоміжний вимикач, синхронізований із хвилею напруги;

Примітка. На рисунках 3 і 4а А може також бути однополюсним вимикачем.

G — з'єднання з дуже малим повним опором для калібрування кола;

R₂ — резистор на 0,5 Ом;

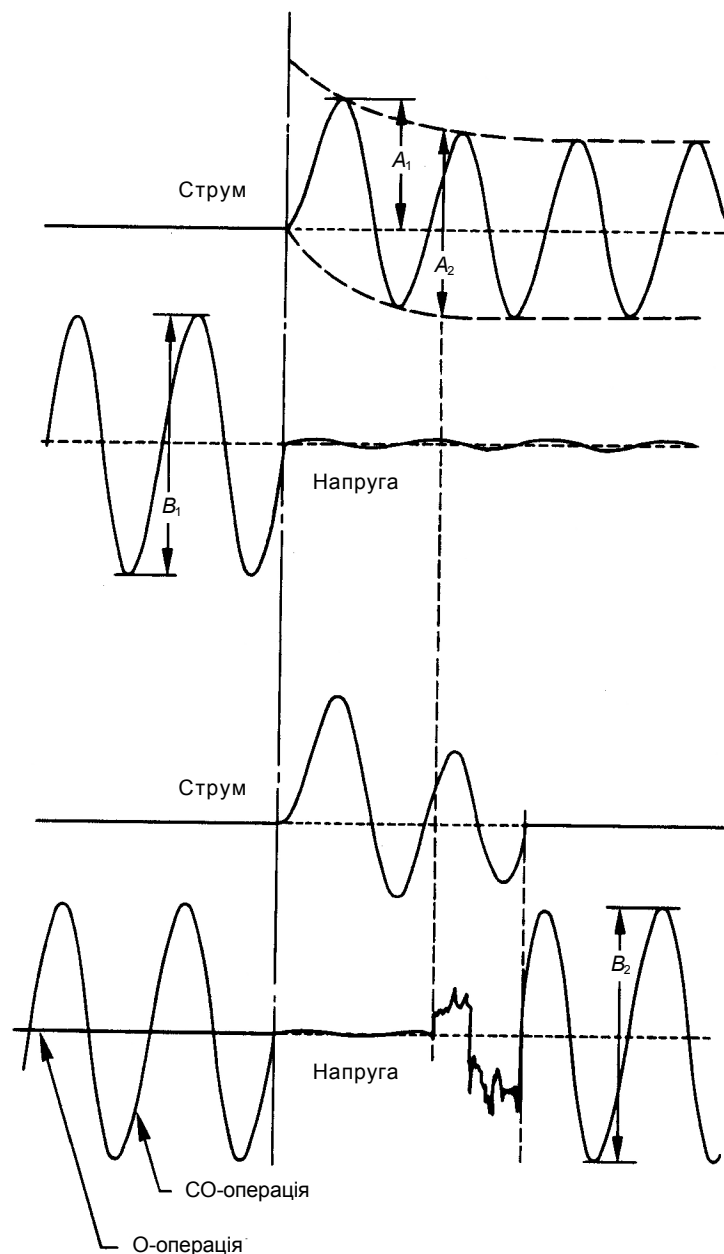
F — мідний провід;

P — селекторний перемикач;

B, C і C': точки приєднання, показані в додатку Н (див. 9.12.9.1);

* Згідно з таблицею 4 (див. 9.12.4).

Рисунки від 3 до 6 — Випробувальні кола для випробування на коротке замикання



а) Коло для калібрування

A_1 — очікувана сила піку струму вмикання

$\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$ — очікувана сила симетричного струму розми-
кання (середньоквадратичне значення)

$\frac{B_1}{2\sqrt{2}}$ — прикладена напруга (середньоквадратичне зна-
чення) (див. 3.5.7)

б) О- чи СО-операція

$\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$ — вимикальна здатність (середньоквадратичне
значення)

A_1 — вимикальна здатність (пікове значення)

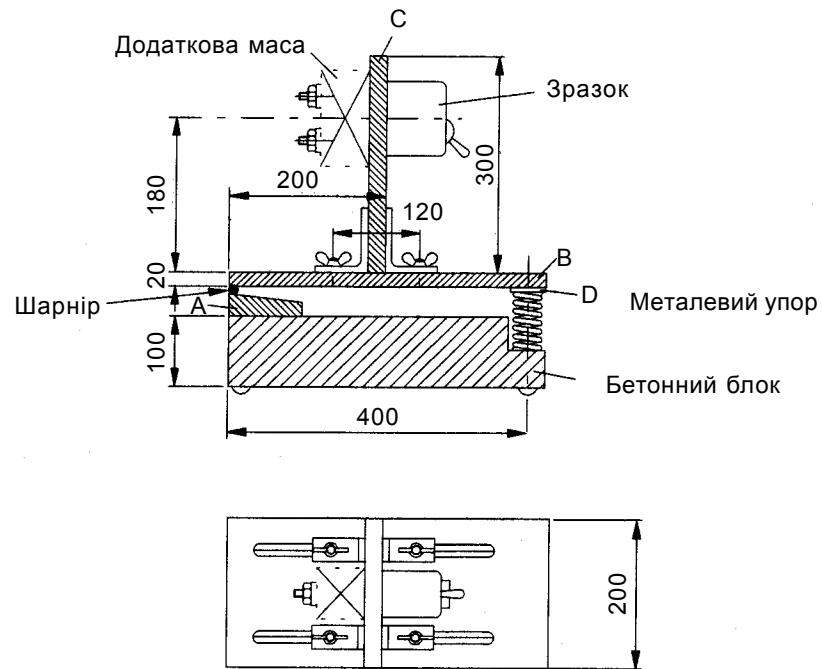
$\frac{B_1}{2\sqrt{2}}$ — відновна напруга (середньоквадратичне
значення) (див. 3.5.8)

IEC 1444/2000

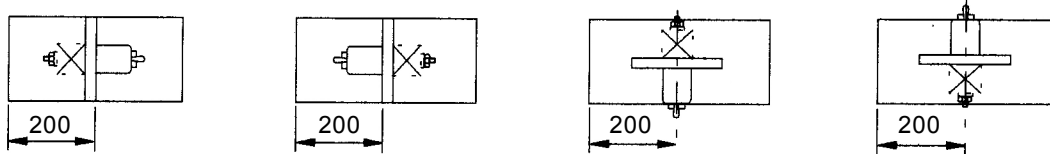
Примітка. Амплітуда запису напруги після подання випробувальної напруги змінюється залежно від відносного положення пристрою замикання, регульованих імпедансів, давачів напруги та відповідно до випробувальної схеми.

Рисунок 7 — Приклад запису випробовування на вмикання та вимикання за короткого замикання однополюсного пристрою однофазним змінним струмом

Розміри в міліметрах

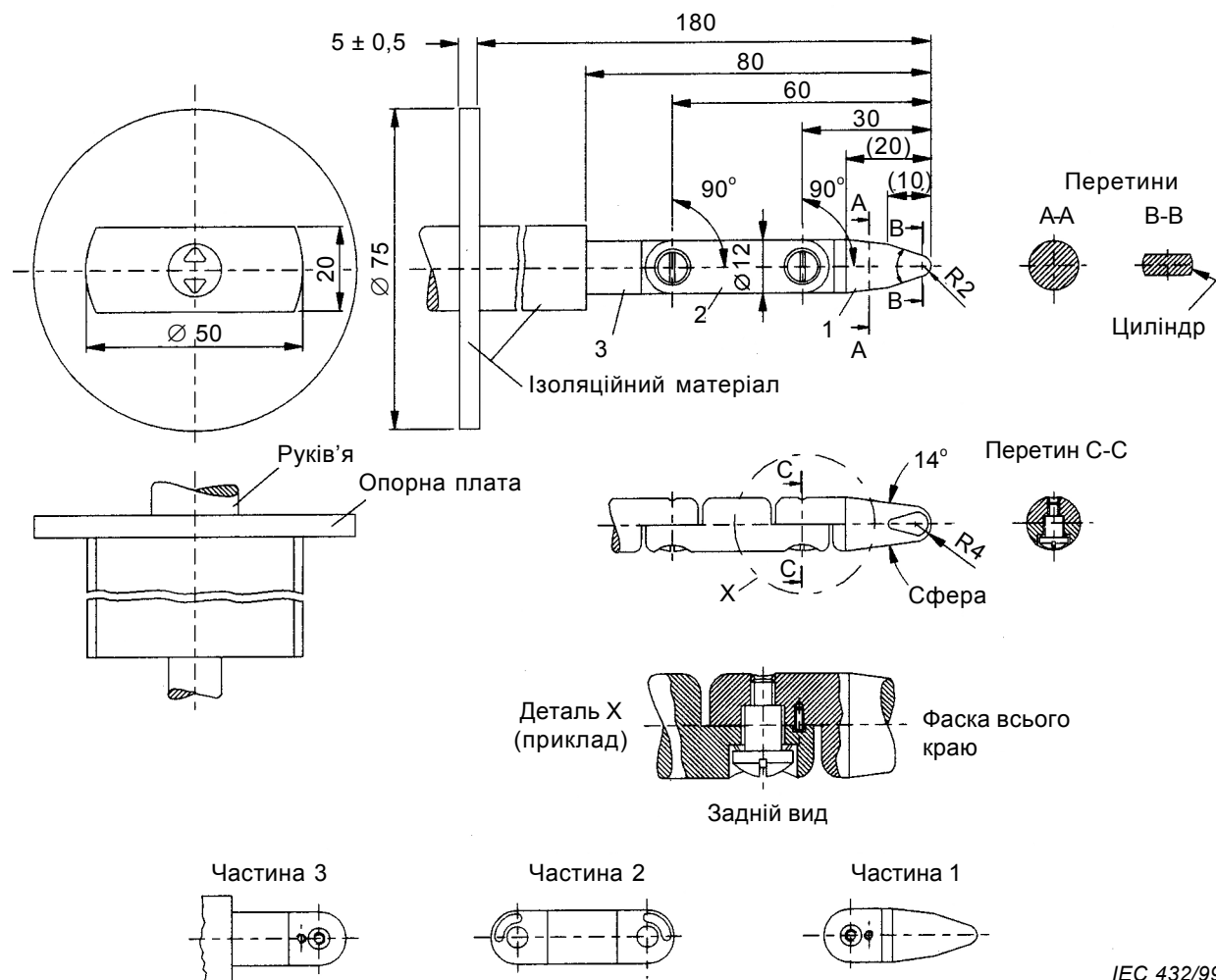


Послідовність випробувальних положень



IEC 083/02

Рисунок 8 — Апарат для випробування на механічний поштовх (9.13.1)



IEC 432/99

Незазначені допустимі відхилення щодо вимірювання:

на кути — 0_{-10}^0 ;

на лінійні розміри:

до 25 мм включно — $0_{-0,05}^0$;

понад 25 мм — $\pm 0,2$.

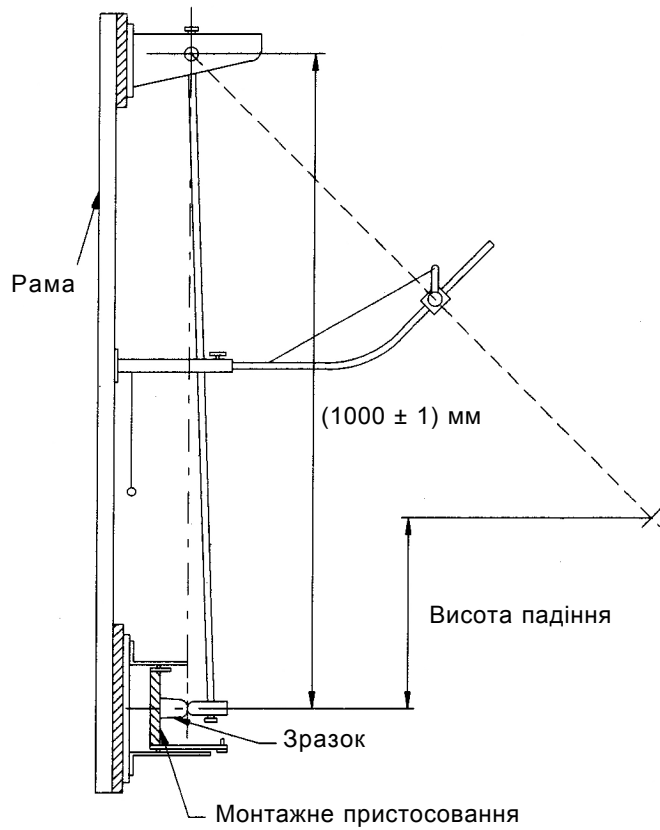
Матеріал шупа: наприклад, загартована сталь.

Обидва шарніри цього шупа можуть бути зігнуті під кутом $90^{\circ} \begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix}$, але лише в одному напрямку.

Застосування штифта та паза — це тільки одне з можливих засобів обмежування кута згинання 90° . Тому розміри та допустимі відхилення на ці деталі не наведено на рисунку. Фактична конструкція шупа має гарантувати кут згинання 90° з допустимим відхиленням від 0° до 10° .

Рисунок 9 — Стандартний випробувальний шуп (9.6)

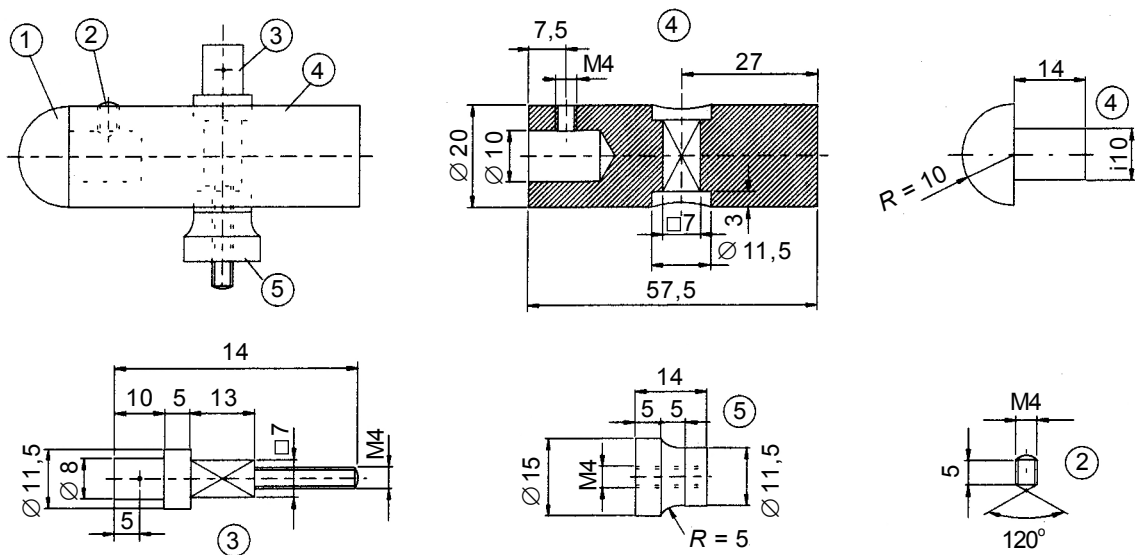
Розміри в міліметрах



ІЕС 084/02

Рисунок 10 — Апарат для випробовування на механічний удар (9.13.2)

Розміри в міліметрах



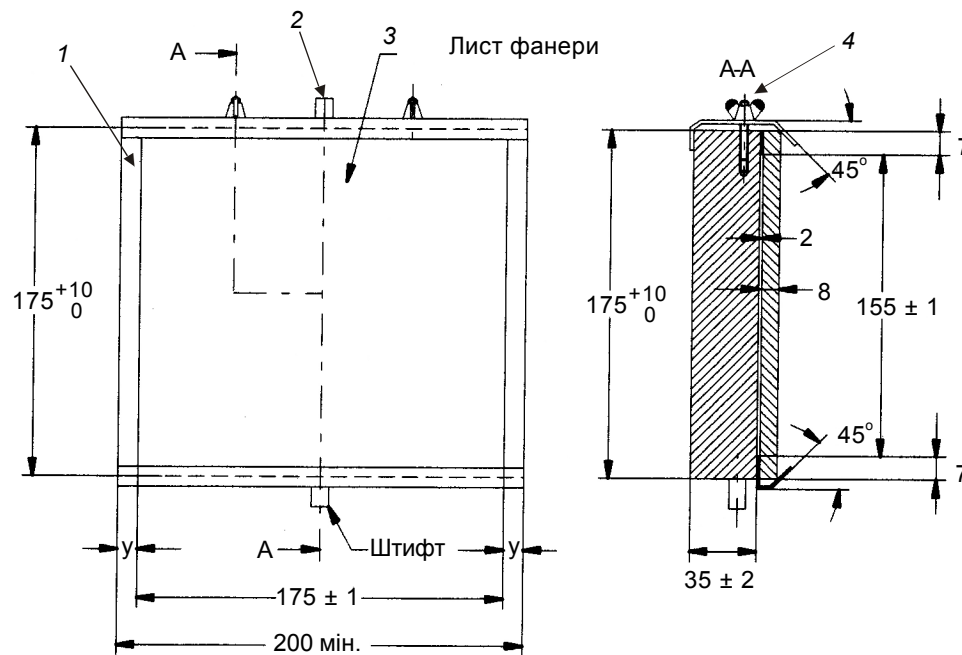
Матеріал частин:

① — поліамід

②, ③, ④, ⑤ — сталь Fe 360

ІЕС 085/02

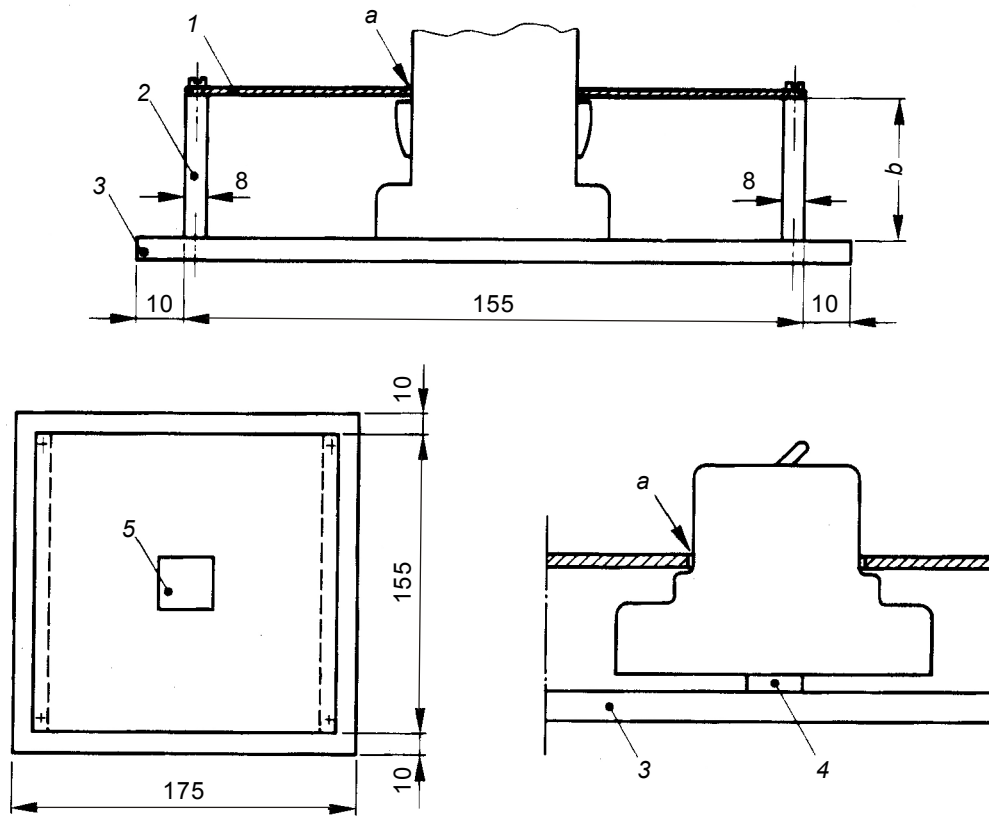
Рисунок 11 — Ударний елемент маятника апарата для випробовування на механічний удар (9.13.2)



IEC 086/02

- 1 — головна опорна рама масою (10 ± 1) кг;
- 2 — штифти для обертання навколо вертикальної осі;
- 3 — монтажна плита (з дерева для поверхневого типу; для інших типів, див. рисунки 13 і 14);
- 4 — затискачі для забезпечування горизонтального руху.

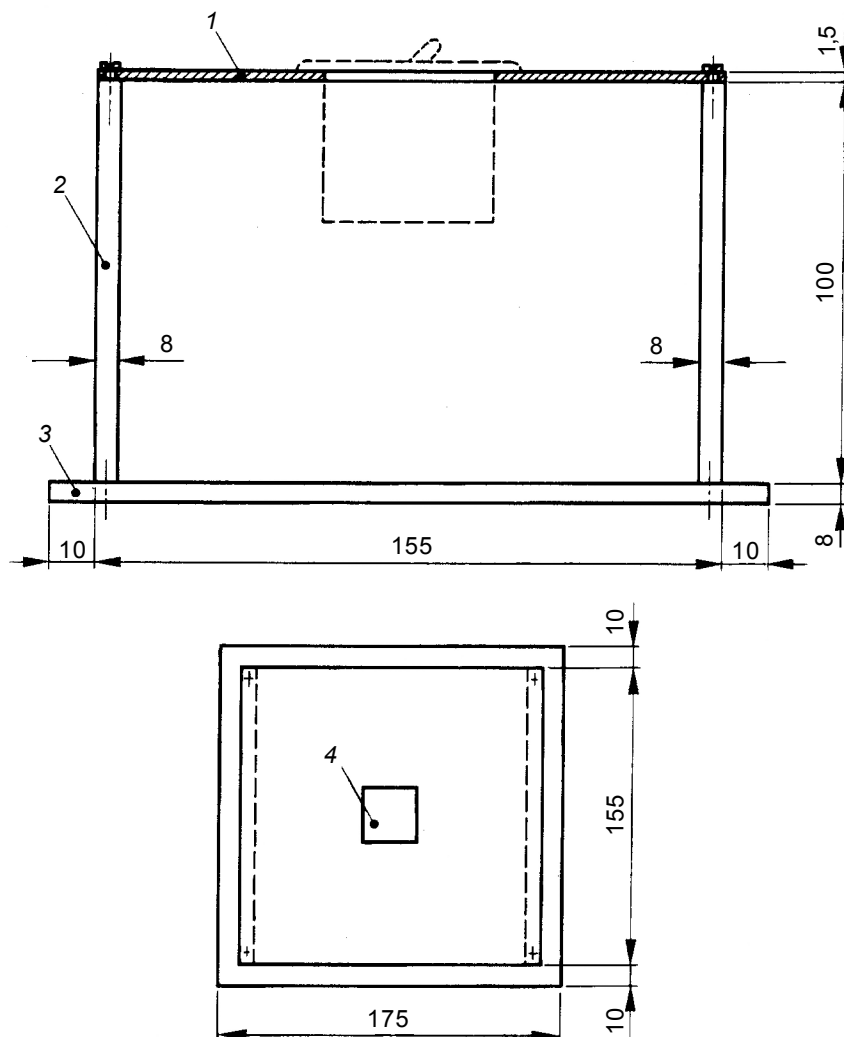
Рисунок 12 — Монтажна опорна рама для випробовування на механічний удар (9.13.2)



IEC 087/02

- 1 — замінюваний сталевий лист завтовшки 1 мм;
- 2 — алюмінієві листи завтовшки 8 мм;
- 3 — монтажна плита;
- 4 — рейки для автоматичних вимикачів, розроблених для встановлювання на рейках;
- 5 — виріз у сталевому листі для автоматичного вимикача;
- a — відстань між краєм вирізу і зовнішньою поверхнею автоматичного вимикача має становити від 1 мм до 2 мм;
- b — висота алюмінієвих листів має бути такою, щоб сталевий лист опирався на опори автоматичного вимикача чи, якщо автоматичний вимикач не має таких опор, то відстань від частин, які перебувають під напругою, передбачені для захисту додатковою накривкою, до нижньої поверхні сталевого листа має становити 8 мм.

Рисунок 13 — Приклад установлювання автоматичних вимикачів, які закріплюють задньою стінкою, для випробовування на механічний удар (9.13.2)

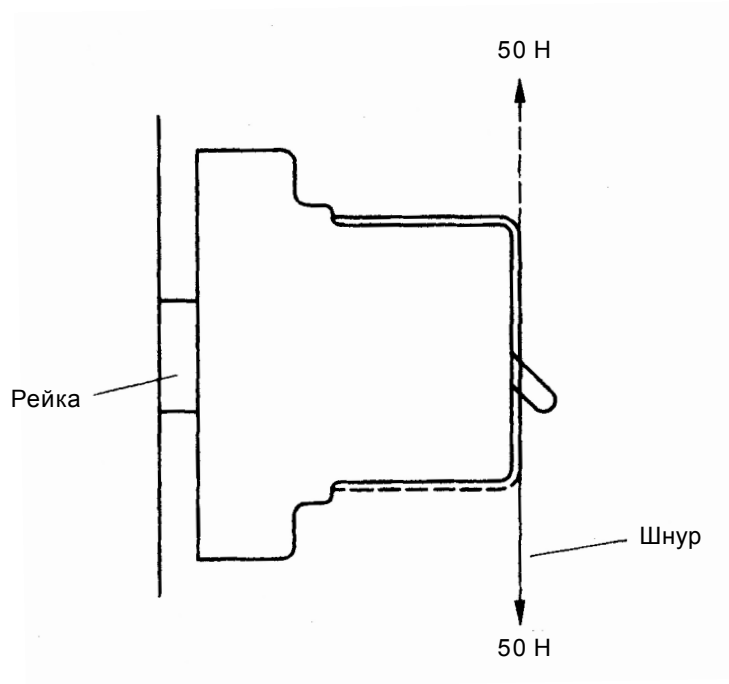


IEC 088/02

- 1 — замінюваний сталевий лист завтовшки 1,5 мм;
- 2 — алюмінієві листи завтовшки 8 мм;
- 3 — монтажна плита;
- 4 — виріз у сталевому листі для автоматичного вимикача.

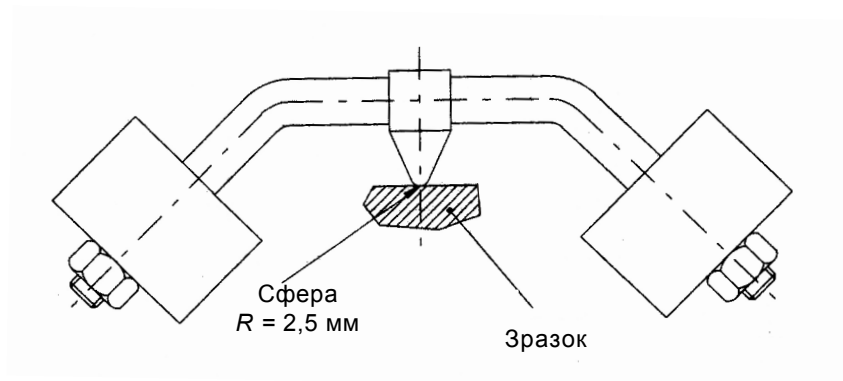
Примітка. За особливих випадків розміри можна збільшити.

Рисунок 14 — Приклад монтування автоматичних вимикачів, призначених для встановлювання на розподільчому щиті, для випробовування на механічний удар (9.13.2)



IEC 089/02

Рисунок 15 — Прикладання сили для механічного випробовування автоматичного вимикача з установлюванням на рейках (9.13.2.3)



IEC 090/02

Рисунок 16 — Апарат для випробовування натисканням кулькою

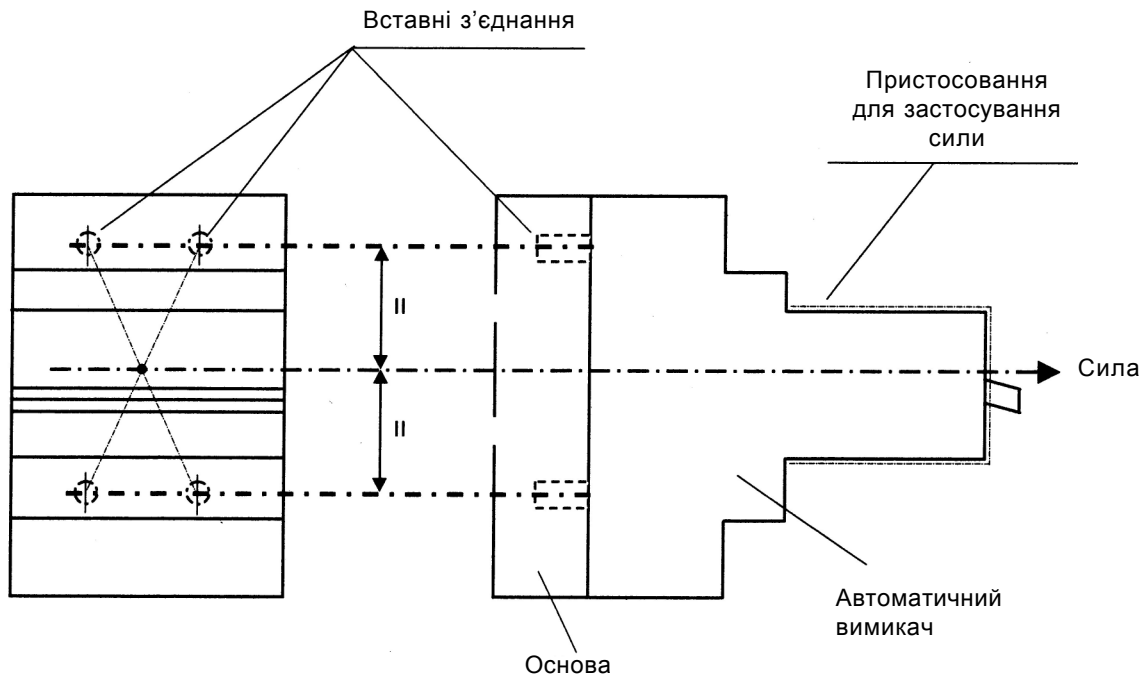


Рисунок 17 — Приклад прикладання сили для механічного випробовування двополюсного автоматичного вимикача вставного типу, закріпленого в положенні, яке залежить лише від вставних з'єднань (9.13.2.4)

ДОДАТОК А (довідковий)

ВИЗНАЧАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ ЗА КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

Немає жодного методу для точного визначення коефіцієнта потужності за короткого замикання, але для цього стандарту можна визначити коефіцієнт потужності випробувального кола одним із наведених нижче методів.

Метод 1 — *Визначання через складник постійного струму*

Кут ϕ можна визначити за кривою складника постійного струму асиметричної хвилі струму між моментом короткого замикання та моментом роз'єднування контактів так:

а) Формула складника постійного струму:

$$i_d = I_{do} \cdot e^{-Rt/L},$$

де i_d — значення складника постійного струму в момент t ;

I_{do} — значення складника постійного струму в момент початку відліку часу;

L/R — стала часу кола в секундах;

t — час у секундах із моменту початку відліку;

e — основа натурального логарифму.

Сталу часу L/R можна вивести із зазначеної вище формули так:

— виміряти значення I_{do} в момент короткого замикання та i_d значення в другий момент t перед розмиканням контактів;

— визначити значення $e^{-Rt/L}$, поділивши i_d на I_{do} ;

— за таблицею значень e^{-x} встановити значення $-x$, що відповідає відношенню i_d/I_{do} ;

— значення x відповідає Rt/L , звідки розраховують L/R .

b) Визначання кута φ :

$$\varphi = \arctan \omega L / R ,$$

де $\omega = 2\pi$ фактичної частоти

Цей метод не застосовують, якщо сили струмів вимірюють трансформаторами струму.

Метод 2 — Визначання з допоміжним генератором

Якщо допоміжний генератор використовують на тому самому валу, що й випробувальний генератор, то напругу допоміжного генератора на осцилограмі можна порівняти по фазі спочатку з напругою випробувального генератора, а після — з його струмом.

Різниця між фазами кутів між напругою допоміжного генератора та напругою головного генератора, з одної сторони, та напругою допоміжного генератора і струмом випробувального генератора, з іншої сторони, дають фазовий кут між напругою та струмом випробувального генератора, за яким можна визначити коефіцієнт потужності.

ДОДАТОК В (обов'язковий)

ВИЗНАЧАННЯ ЗАЗОРІВ І ДОВЖИН ШЛЯХІВ СТРУМУ СПЛИВУ

Під час визначання зазорів і довжин шляхів струмів спливу рекомендують враховувати таке.

Якщо на зазор чи довжину шляху струму спливу впливають одна чи кілька металевих частин, то сума відрізків має бути приблизно рівна запропонованому мінімальному значенню.

Окремі відрізки, довжиною менше ніж 1 мм, не враховують за розрахунками повної довжини зазорів і шляхів струму спливу.

Під час визначання довжин шляхів струму спливу:

— пази принаймні 1 мм шириною та 1 мм глибиною треба виміряти по контуру;

— пазами, які мають будь-які менші розміри, треба нехтувати;

— ребра мають бути висотою принаймні 1 мм:

1) вимірюють по їхньому контуру, якщо вони становлять невід'ємну частину деталі з ізоляційного матеріалу (наприклад литі, приварені чи приклеєні);

2) вимірюють по коротшому з двох шляхів: по стику чи профілю ребра, якщо ребра не становлять невід'ємну частину деталі з ізоляційного матеріалу (наприклад литі, приварені чи приклеєні);

Застосування зазначених вище рекомендацій показано на рисунках:

— на рисунках В.1а, В.1b і В.1с показано долучання паза до довжини шляху струму спливу чи вилучання з неї;

— на рисунках В.1d і В.1e показано долучання ребра до довжини шляху струму спливу чи вилучання з неї.

— на рисунку В.1f показано спосіб урахування стику, коли ребро утворюють вставленим ізоляційним бар'єром, зовнішній профіль якого більше довжини стику;

— на рисунках В.2а, В.2b, В.2с і В.2d показано, як визначити довжину шляху струму спливу у разі розташування засобів закріплення в заглибинах в ізолювальних частинах з ізоляційного матеріалу.

Розміри в міліметрах

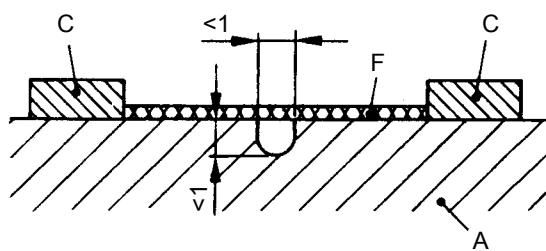


Рисунок В.1а

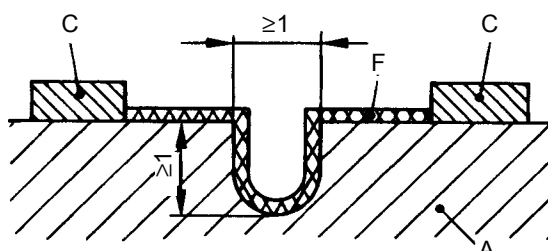


Рисунок В.1b

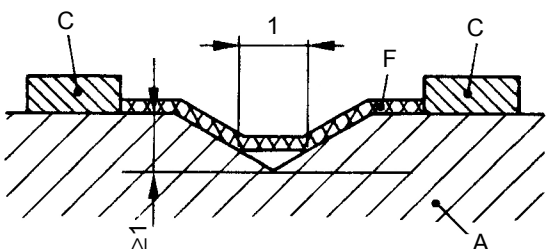


Рисунок В.1с

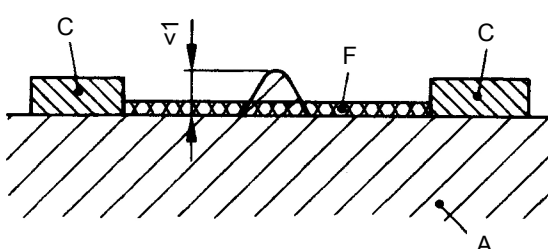


Рисунок В.1d

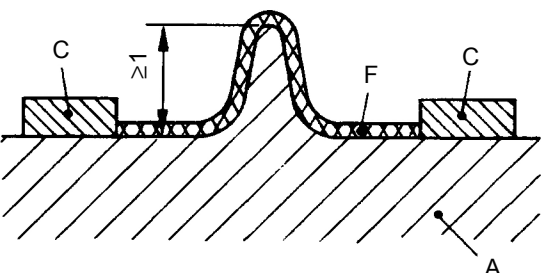


Рисунок В.1е

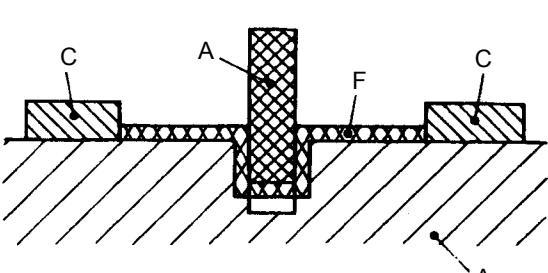


Рисунок В.1f

IEC 092/02

Рисунок В.1 — Рисунки застосування рекомендацій для довжин шляху струму спливу

Розміри в міліметрах

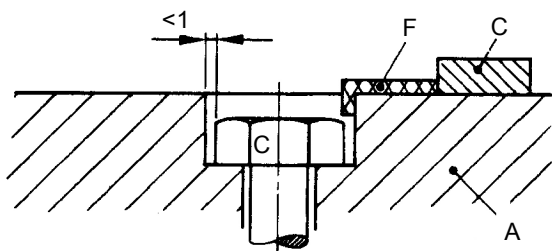


Рисунок В.2а

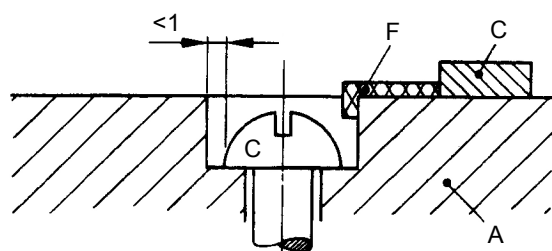


Рисунок В.2b

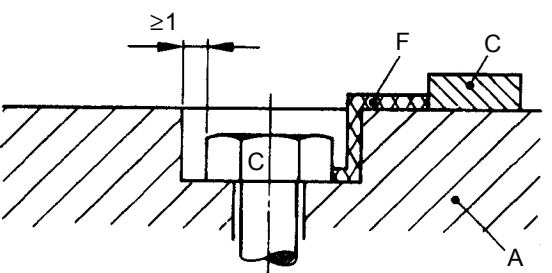


Рисунок В.2с

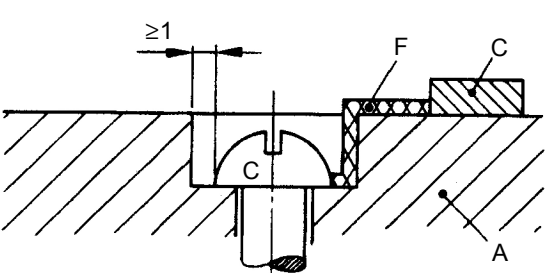


Рисунок В.2d

IEC 857/06
IEC 093/02

Рисунок В.2 — Рисунки застосування рекомендацій для довжин шляху струму спливу

ДОДАТОК С
(обов'язковий)

**КІЛЬКІСТЬ ЗРАЗКІВ, ЯКІ ТРЕБА ПОДАТИ, І ВИПРОБУВАЛЬНІ ЦИКЛИ,
ЯКІ ТРЕБА ЗАСТОСУВАТИ, ЩОБ ПЕРЕВІРИТИ НА ВІДПОВІДНІСТЬ
(13.5 ISO/IEC GUIDE 2:1991)**

Примітка. Перевіряння може виконати:

— виробник для декларації на відповідність постачальника (13.5.1 ISO/IEC Guide 2:1991), чи

— незалежна організація для сертифікування (13.5.2 ISO/IEC Guide 2:1991).

Згідно з термінологією ISO/IEC Guide 2 термін «сертифікація» можна використовувати лише для другого випадку.

С.1 Випробувальні цикли

Випробовують згідно з таблицею С.1, де випробовування в кожному циклі виконують у зазначеному порядку.

Таблиця С.1 — Випробувальні цикли

Випробувальний цикл		Розділ, підрозділ, пункт або підпункт	Випробовування (чи огляд)
А		6	Маркування
		8.1.1	Загальні положення
		8.1.2	Механізм
		9.3	Стійкість маркування
		8.1.3	Зазори та довжини шляху струму спливу (лише для зовнішніх частин)
		8.1.6	Невзаємозамінність
		9.4	Надійність гвинтів, струмопровідних частин і з'єднань
		9.5	Надійність виводів гвинтового типу для зовнішніх мідних провідників
		9.6	Захист від ураження електричним струмом
		8.1.3	Зазори та довжини шляху струму спливу (лише для внутрішніх частин)
		9.14	Теплостійкість
		9.15	Стійкість до аномального нагрівання та вогнестійкість
		9.16	Протикорозійна стійкість
В		9.7	Властивості діелектриків
		9.8	Перевищення температури
		9.9	Двадцятивосьмиденне випробовування
С	С ₁	9.11	Механічна та комутаційна зносостійкість
		9.12.11.2.1	Характеристика роботи за зменшеної сили струмів короткого замикання
		9.12.12	Перевіряння автоматичного вимикача після випробування на коротке замикання
	С ₂	9.12.11.2.2	Випробовування за короткого замикання для підтвердження придатності використання автоматичних вимикачів у ІТ-системах
		9.12.12	Перевіряння автоматичного вимикача після випробування на коротке замикання
D	D ₀	9.10	Характеристика розчіплювання
		9.13	Протидія механічному поштовху й удару
		9.12.11.3	Характеристика роботи за короткого замикання із силою струму 1500 А

Кінець таблиці С.1

Випробувальний цикл		Розділ, підрозділ, пункт або підпункт	Випробовування (чи огляд)
	D ₁	9.12.12	Перевіряння автоматичного вимикача після випробовування на коротке замикання
E	E ₁	9.12.11.4.2	Робоча комутаційна здатність за короткого замикання (<i>I_{cs}</i>)
		9.12.12	Перевіряння автоматичного вимикача після випробування на коротке замикання
	E ₂	9.12.11.4.3	Характеристика роботи за номінальної комутаційної здатності за короткого замикання (<i>I_{cn}</i>)
		9.12.12	Перевіряння автоматичного вимикача після випробування на коротке замикання
Примітка. За згодою виробника ті самі зразки можна використовувати для більше ніж одного випробувального циклу.			

С.2 Кількість зразків, які треба подати для повної випробувальної процедури, і критерії приймання

Якщо лише одна номінальна характеристика (тобто один набір номінальних величин, див. 5.2) одного типу (кількість полюсів, миттєве розчіплювання) автоматичних вимикачів подана на випробування, то кількість зразків, які піддають різним випробувальним циклам, зазначена в таблиці С.2, в якій наведено критерії приймання.

Якщо всі зразки, представлені відповідно до другої колонки таблиці С.2, проходять випробовування, то вони відповідають вимогам стандарту. Якщо лише мінімальна кількість, зазначена в третій колонці, проходить випробовування, то додаткові зразки, які зазначено в четвертій колонці, треба перевірити, і вони мають задовільно завершити випробувальний цикл.

Для автоматичних вимикачів, які мають більше одного номінального значення сили струму, два окремих набори автоматичних вимикачів потрібно піддати кожному випробувальному циклу: один набір, відрегульований на максимальне номінальне значення сили струму, другий набір — на мінімальне номінальне значення сили струму. Крім того, один зразок треба подати для випробовування за циклом D₀ таблиці С.1 усіх інших номінальних значень сили струму.

Таблиця С.2 — Кількість зразків для повної випробувальної процедури

Випробувальний цикл		Кількість зразків	Мінімальна кількість зразків, які мають пройти випробовування ^{a), b)}	Кількість зразків для повторних випробовувань ^{c)}
A		1	1	—
B		3	2	3
C	C ₁	3	2 ^{e)}	3
	C ₂ ^{f)}	3	2 ^{e)}	3
D		3	2 ^{e)}	3
E ₁		3 + 4 ^{d)}	2 ^{e)} + 2 ^{d), e)}	3 + 4 ^{d)}
E ₂		3 + 4 ^{d)}	2 ^{e)} + 3 ^{d), e)}	3 + 4 ^{d)}

^{a)} Всього, не більше двох випробувальних циклів можна повторити.

^{b)} Допускають, що зразок, який не пройшов випробовування, не задовольнив технічні вимоги чи є дефекти збірки, які не є типовими для конструкції.

^{c)} У разі повторних випробовувань усі результати будуть допустимі.

^{d)} Додаткові зразки у разі однополюсних автоматичних вимикачів із номінальною напругою 230/400 В чи 240/415 В (див. таблицю 1).

^{e)} Усі зразки виконують випробувальні вимоги з 9.12.10, 9.12.11.2, 9.12.11.3 і 9.12.11.4 як відповідні.

^{f)} Для цього циклу читають «кількість захищених полюсів» замість «кількість зразків».

С.3 Кількість зразків, які треба подати для спрощеної випробувальної процедури

Цей розділ застосовують з одночасним подаванням ряду автоматичних вимикачів з принципово однаковою конструкцією.

С.3.1 Для серії автоматичних вимикачів із принципово однаковою конструкцією, кількість зразків, які буде перевірено, можна зменшити відповідно до С.3.2 і С.3.3.

Для наступних доповнень (наприклад, доповнення значень сил номінальних струмів, інший клас миттєвого розчіплювання, інша кількість полюсів) до цієї серії автоматичних вимикачів належать ті самі зменшення.

Примітка. Коли серії автоматичних вимикачів, які демонструють незначні зміни щодо вже прийнятих, подано на типові випробування, то подальше зменшення кількості зразків і випробувань можна узгодити.

Автоматичні вимикачі можна вважати принципово однакової конструкції, якщо виконано такі умови:

- вони мають ту саму базову конструкцію;
- вони мають ті самі габаритні розміри з полюсами;
- матеріали, оздоблення та вимірювання властивостей струмопровідних частин ідентичні, окрім відхилів, зазначених нижче в а);
- виводи мають аналогічну конструкцію (див. нижче d));
- контактний розмір, матеріал, конфігурація та метод приєднування ідентичні;
- ручні робочі механізми (матеріали та фізичні характеристики) ідентичні;
- формовка й ізоляційні матеріали ідентичні;
- метод, матеріали і конструкція пристрою гасіння дуги ідентичні;
- базова конструкція пристрою розчіплювання надструму ідентична, крім відхилів, зазначених нижче в b);
- базова конструкція пристрою миттєвого розчіплювання ідентична, крім відхилів, зазначених нижче в c);
- номінальна характеристика напруги призначена для того самого типу розподільного кола (див. таблицю 1);
- багатополіусні автоматичні вимикачі, чи складені з однополіусних автоматичних вимикачів, чи сконструйовані з тих самих складників, що й однополіусні автоматичні вимикачі, мають усі ті самі розміри між полюсами, за винятком зовнішніх бар'єрів між полюсами.

Дозволено такі відхилення:

- а) площі поперечних перерізів внутрішніх струмопровідних з'єднань;
- б) розміри та матеріал пристрою розчіплювання надструмів;
- с) кількість поворотів і площа поперечного перерізу робочої котушки пристрою миттєвого розчіплювання;
- д) розміри виводів.

С.3.2 Для автоматичних вимикачів з однаковим класом миттєвого розчіплювання згідно з 4.5 кількість зразків для перевіряння можна зменшити відповідно до таблиці С.3.

Таблиця С.3 — Зменшення кількості зразків для серій автоматичних вимикачів, які мають різну кількість полюсів

Випробувальний цикл		Кількість зразків залежно від кількості полюсів ^{а)}			
		Один полюс ^{б)}	Два полюси ^{с)}	Три полюси ^{д)}	Чотири полюси ^{е)}
А		1 з максимальною номінальною силою струму	1 з максимальною номінальною силою струму ^{г), і)}	1 з максимальною номінальною силою струму ^{і)}	1 з максимальною номінальною силою струму ^{і)}
В		3 з максимальною номінальною силою струму	3 з максимальною номінальною силою струму ^{г)}	3 з максимальною номінальною силою струму	3 з максимальною номінальною силою струму
С	С ₁	3 з максимальною номінальною силою струму	3 з максимальною номінальною силою струму ^{г)}	3 з максимальною номінальною силою струму	3 з максимальною номінальною силою струму
	С ₂	3 з максимальною номінальною силою струму	2 з максимальною номінальною силою струму для 2 захищених полюсів, чи	1 з максимальною номінальною силою струму	1 з максимальною номінальною силою струму

Кінець таблиці С.3

Випробувальний цикл		Кількість зразків залежно від кількості полюсів ^{a)}			
		Один полюс ^{b)}	Два полюси ^{c)}	Три полюси ^{d)}	Чотири полюси ^{e)}
C	C ₂		3 з максимальною номінальною силою струму для 1 захищеного полюса		
D ₀ + D ₁		3 з максимальною номінальною силою струму	3 з максимальною номінальною силою струму ^{h)}	3 з максимальною номінальною силою струму	3 з максимальною номінальною силою струму
D ₀		1 з усіх інших номінальних сил струмів			
E ₁		3 + 4 ^{f)} з максимальною номінальною силою струму 3 + 4 ^{h)} з мінімальною номінальною силою струму	3 з максимальною номінальною силою струму 3 з мінімальною номінальною силою струму	3 з максимальною номінальною силою струму 3 з мінімальною номінальною силою струму	3 з максимальною номінальною силою струму 3 з мінімальною номінальною силою струму
E ₂		3 + 4 ^{f)} з максимальною номінальною силою струму 3 + 4 ^{h)} з мінімальною номінальною силою струму	3 з максимальною номінальною силою струму 3 з мінімальною номінальною силою струму	3 з максимальною номінальною силою струму 3 з мінімальною номінальною силою струму	3 з максимальною номінальною силою струму 3 з мінімальною номінальною силою струму

^{a)} Якщо випробовування треба повторити відповідно до критеріїв приймання С.2, то для відповідних випробувальних циклів використовують новий набір зразків. За повторних випробовувань усі результати мають бути задовільні.

^{b)} Якщо подано лише багатополюсні автоматичні вимикачі, то ця колонка стосується нового набору зразків з найменшою кількістю полюсів (замість відповідної колонки).

^{c)} Застосовують до двополюсних автоматичних вимикачів з двома захищеними полюсами чи з одним захищеним полюсом.

^{d)} Цю серію пропускають, якщо автоматичні вимикачі з чотирма полюсами також перевірено.

^{e)} Також застосовують до автоматичних вимикачів трьома захищеними полюсами та нейтральним полюсом.

^{f)} Додаткові зразки у разі однополюсних автоматичних вимикачів 5.3.1.4.

^{g)} Цей випробувальний цикл пропускають, якщо триполюсні чи чотириполюсні автоматичні вимикачі було випробувано.

^{h)} Цей випробувальний цикл пропускають для двополюсних автоматичних вимикачів з двома захищеними полюсами, якщо триполюсні чи чотириполюсні автоматичні вимикачі було випробувано.

ⁱ⁾ Коли багатополюсний автоматичний вимикач подано, то не більше ніж чотири виводи гвинтового типу для зовнішніх провідників піддадуть випробовуванням за 9.5, тобто два виводи живлення та два виводи навантаження.

С.3.3 Для додаткової серії автоматичних вимикачів принципово однакової конструкції, як зазначено в С.3.1, але різним класом миттєвого розчіплювання згідно з 4.5, випробувальні цикли, які буде застосовано, можна обмежити наведеними в таблиці С.4, кількість зразків наведено в таблиці С.3.

Таблиця С.4 — Випробувальні цикли для серії автоматичних вимикачів із різними класами миттєвого розчіплювання

Тип автоматичного вимикача, що випробують першим	Наступні випробувальні цикли для автоматичних вимикачів		
	типу В	типу С	типу D
Тип В	—	(D ₀ + D ₁) + E	(D ₀ + D ₁) + E
Тип С	D ₀ ^{a)} + B ^{a)}	—	(D ₀ + D ₁) + E
Тип D	D ₀ ^{a)} + B ^{a)}	D ₀ ^{a)} + B ^{a), b)}	—

^{a)} Для цих випробувальних циклів необхідні лише випробовування за 9.8 і 9.10.2

^{b)} Якщо необхідне одночасне сертифікування автоматичних вимикачів типу В, типу С і типу D, які мають однакову номінальну комутаційну здатність за короткого замикання, то потрібно провести лише випробувальний цикл D₀, якщо зразки типу В і типу D було випробувано.

ДОДАТОК D
(довідковий)**КООРДИОНУВАННЯ ЗА УМОВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ МІЖ АВТОМАТИЧНИМ ВИМИКАЧЕМ ТА ІНШИМ ЗАХИСНИМ ПРИСТРОЄМ ВІД КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ (SCPD), ЯКІ ДІЮТЬ РАЗОМ В ТОМУ САМОМУ КОЛІ****D.1 Вступ**

Щоб гарантувати координацію за умов короткого замикання між автоматичним вимикачем (C_1) та іншим захисним пристроєм від короткого замикання (SCPD), які діють разом в тому самому колі, необхідно розглянути характеристики кожного з двох пристроїв, також як і їхній сумісний режим роботи.

Примітка. SCPD може містити додаткові захисні засоби, наприклад розчіплювач перевантаження.

SCPD може складатися із запобіжника (чи набору запобіжників) — див. рисунок D.1 — чи іншого автоматичного вимикача (C_2) (див. рисунок D.2 і D.3).

Порівняння окремих робочих характеристик кожного з двох з'єднаних пристроїв не може бути достатнім, коли потрібно виконати рекомендації щодо режиму роботи цих двох пристроїв, які працюють послідовно, починаючи з опору пристроїв, не завжди незначних. Рекомендують брати це до уваги. Для струмів короткого замикання рекомендують, щоб рекомендації було виконано за I^2t замість часу.

C_1 часто з'єднують послідовно з іншим SCPD відповідно до методу розподілення потужності, прийнятого для встановлювання, чи тому, що одної комутаційної здатності за короткого замикання C_1 може бути недостатньо для проектного застосування. В цьому разі його можна встановлювати в місцях віддалених від C_1 . SCPD може захистити магістраль живлення постачальника, що живить багато автоматичних вимикачів C_1 чи лише індивідуальний автоматичний вимикач.

Для таких застосувань користувач чи спеціаліст ймовірно повинен бути вирішити на основі одного лише теоретичного дослідження, якого оптимального рівня координації можна краще досягти. Цей додаток призначено для того, щоб дати рекомендації для вирішення цього питання і також на типи інформації, яку виробник автоматичного вимикача повинен надати передбачуваному користувачу.

Рекомендації також надають на вимоги до випробовування, якщо такі випробовування вважають необхідними для проектного застосування.

Термін «координація» охоплює поняття селективності (див. 3.5.14.2, 3.5.14.4 і 3.5.14.5), а також поняття резервного захисту (див. 3.5.14.3).

Селективність загалом можна розглянути теоретичним дослідженням (див. D.5), не зважаючи на те, що перевіряння резервного захисту зазвичай потребує застосування випробовування (див. D.6).

Якщо розглядають комутаційну здатність за короткого замикання, то рекомендацію зроблено за номінальної комутаційної здатності за короткого замикання (I_{cn}) C_1 і C_2 , коли автоматичний вимикач відповідає ІЕС 60898-1, і максимальної вимикальної здатності за короткого замикання (I_{cu}) C_2 , коли C_2 — автоматичний вимикач, що відповідає ІЕС 60947-2.

D.2 Сфера та об'єкт застосування

Цей додаток надає рекомендації і вимоги для координування автоматичного вимикача з іншими SCPD, з'єднаними в одне коло, що стосується селективності, а також резервного захисту.

Ціль цього додатка полягає в тому, щоб точно визначити

— загальні технічні вимоги до координування автоматичного вимикача з іншим SCPD;

— методи та випробовування (якщо вважають необхідними), які передбачають перевіряння виконання умов для координування.

D.3 Загальні технічні вимоги до координування автоматичного вимикача з іншим SCPD**D.3.1 Загальні міркування**

В ідеалі координація має бути такою, що автоматичний вимикач (C_1) один буде працювати за всіх значень надструмів до граничного значення його номінальної комутаційної здатності за короткого замикання I_{cn} .

Примітка. Якщо значення очікуваної сили аварійного струму в точці встановлення менше, ніж номінальна комутаційна здатність за короткого замикання C_1 , то можна допускати, що SCPD в колі лише для забезпечення другого резервного захисту.

Практично застосовують такі міркування:

а) якщо значення селективної граничної сили струму I_s (див. 3.5.14.6) дуже незначне, то є ризик непотрібної втрати селективності;

б) якщо значення очікуваної сили аварійного струму в точці встановлення перевищує номінальну комутаційну здатність за короткого замикання C_1 , то SCPD треба так вибрати, щоб режим роботи C_1 відповідав вимогам D.3.3 і сила струму перетинання I_B (див. 3.5.14.7), якщо взагалі є, відповідала вимогам D.3.2.

Там, де можливо, SCPD треба розташувати зі сторони живлення C_1 . Якщо SCPD розташовано зі сторони навантаження, то суттєво, щоб з'єднання між C_1 і SCPD виконали так, щоб зменшити будь-який ризик короткого замикання.

D.3.2 Сила струму перетинання

Для резервного захисту сила струму перетинання не повинна перевищувати номінальну комутаційну здатність за короткого замикання I_{cn} одного C_1 (див. рисунок D.3a).

D.3.3 Режим роботи C_1 разом з іншим SCPD

Для всіх значень надструмів до комутаційної здатності за короткого замикання і включно з нею з'єднання, C_1 і з'єднання треба виконувати вимоги з 8.8.

D.4 Тип і характеристики з'єднаних SCPD

На вимогу виробник автоматичного вимикача повинен забезпечити інформацією стосовно типу та характеристик SCPD, які використовують із C_1 , і максимальний очікуваний струм за короткого замикання, для якого з'єднання є придатним за встановленою робочою напругою.

Подробиці щодо SCPD, які використовують для будь-яких випробовувань, зроблених відповідно до цього додатка, тобто назва виробників, тип проекту, номінальна напруга, номінальна сила струму та комутаційна здатність вимикання за короткого замикання, треба наводити в протоколі випробування.

Максимальна умовна сила струму короткого замикання I_{nc} (див. 3.5.14.8) не буде перевищувати

— номінальну граничну комутаційну здатність вимикання SCPD, якщо це автоматичний вимикач, що відповідає IEC 60947-2;

— номінальну комутаційну здатність за короткого замикання, якщо SCPD — автоматичний вимикач, що відповідає цьому стандарту;

— номінальну комутаційну здатність вимикання за короткого замикання, якщо SCPD — запобіжник.

Якщо з'єднаний SCPD — автоматичний вимикач, то він має виконувати вимоги цього стандарту чи будь-якого іншого відповідного стандарту.

Якщо з'єднаний SCPD — запобіжник, то він має відповідати IEC 60269 чи будь-якому іншому стандарту на запобіжник.

D.5 Перевіряння селективності

Селективність зазвичай можна обґрунтувати лише теоретичним досліджуванням, тобто порівнюванням робочих характеристик C_1 і з'єднаного SCPD, наприклад, коли з'єднаний SCPD — автоматичний вимикач (C_2), то його забезпечено передбачуваною витримкою часу.

Виробники і C_1 , і SCPD повинні забезпечити необхідною інформацією відповідно до важливих робочих характеристик, як-то дозвіл на налаштування I_s для кожного індивідуального з'єднання.

У деяких випадках випробовування I_s необхідні для з'єднання, наприклад:

— коли C_1 струмообмежувального типу і C_2 не забезпечений передбачуваною тривалістю затримки;

— коли тривалість розмикання SCPD менша, ніж відповідний один півперіод.

Щоб отримати бажану селективність, коли з'єднаний SCPD — автоматичний вимикач, то передбачувана тривалість затримки може бути необхідна для C_2 .

Селективність може бути частковою (див. рисунок D.3a) чи повною до номінальної комутаційної здатності за короткого замикання I_{cn} C_1 . Для повної селективності характеристика нерозчіплювання C_2 чи додугова характеристика запобіжника має лежати вище характеристики розчіплювання (тривалості вимикання) C_1 .

Два приклади повної селективності наведено на рисунках D.2a і D.2b.

D.6 Перевіряння резервного захисту

D.6.1 Визначання сили струму перетинання

Можна перевірити порівнюванням робочих характеристик C_1 з такими із з'єднаного SCPD для всіх регулювань (якщо є) C_2 відповідно до вимог D.3.2.

D.6.2 Перевіряння резервного захисту

D.6.2.1 Перевіряння випробовуваннями

Відповідно до вимог D.3.3 зазвичай перевіряють випробовуваннями відповідно до D.6.3. В цьому разі всі умови для випробовування визначено в 9.12.11.4.3 з регульованими опорами та котушками індуктивності для випробовування на коротке замикання зі сторони живлення з'єднання.

Примітка. Приклад випробувального кола наведено в ІЕС 60947-2, рисунок А.6.

D.6.2.2 Перевіряння порівнюванням характеристик

У деяких практичних випадках і де SCPD — автоматичний вимикач (див. рисунок D.3a і D.3b), можливе порівнювання робочих характеристик C_1 і з'єднаного SCPD, особливу увагу звертаємо на таке:

- значення інтегралу Джоуля C_1 за його I_{cn} і ці SCPD з очікуваною силою струму з'єднання;
- ефекти на C_1 (наприклад, енергія дуги, максимальний піковий струм, струм переривання)

за пікового значення робочого струму SCPD.

Придатність з'єднання можна оцінити, беручи до уваги максимум робочої характеристики I^2t SCPD по діапазону від номінальної комутаційної здатності за короткого замикання $I_{cn} C_1$ до сили очікуваного струму короткого замикання застосування, але не перевищуючи максимум $I^2t C_1$ за його номінальної комутаційної здатності за короткого замикання чи інше нижче обмежувальне значення, яке встановив виробник.

Примітка. Якщо з'єднаний SCPD — це запобіжник, то вірогідність теоретичного дослідження обмежена $I_{cn} C_1$.

D.6.3 Випробовування для перевіряння резервного захисту

Якщо з'єднаний SCPD — автоматичний вимикач (C_2), установлений із регульованим розімкненим розчіплювачем надструму, то використовувані робочі характеристики мають відповідати максимальному часу та регулюванню сили максимального струму.

Якщо з'єднаний SCPD складається з набору запобіжників, то кожне випробовування треба виконати, застосовуючи новий набір запобіжників, якщо навіть деякі із запобіжників, використовувані під час попереднього випробовування, не перегоріли.

Якщо застосовно, з'єднувальні кабелі треба під'єднати, як визначено в 9.12.4, за винятком того, що, якщо з'єднаний SCPD — автоматичний вимикач (C_2), то повна довжина кабелю (75 см), з'єднаного з автоматичним вимикачем, може бути зі сторони живлення.

Кожне випробовування буде складатися з O—t—CO послідовності операцій, виконаних відповідно до 9.12.11.4.3 за I_{cn} , CO-операції, виконаних C_1 .

Випробовування виконано з максимальною очікуваною силою струму для запропонованого застосування. Вона не повинна перевищувати номінальну умовну силу струму короткого замикання (див. 3.5.14.9).

Подальше випробовування треба виконувати зі значенням очікуваного струму, що дорівнює номінальній комутаційній здатності вимикання за короткого замикання $I_{cn} C_1$, за якого випробують, новий зразок C_1 можна використати, і також, якщо з'єднаний SCPD — автоматичний вимикач, то новий зразок C_2 .

Під час кожної операції

а) якщо з'єднаний SCPD — це автоматичний вимикач (C_2):

- то будь-який чи C_1 , чи C_2 буде розчіплювати за обома випробувальними струмами, жодні подальші випробовування не потрібні.

Це загальний випадок, в якому забезпечено тільки резервний захист.

- чи C_1 буде розчіплювати, і C_2 має бути у замкнутому положенні в кінці кожної операції за обома випробувальними струмами, жодні подальші випробовування не потрібні.

Для цього треба, щоб контакти C_2 роз'єднувались уміть під час кожної операції. В цьому разі відновлення живлення забезпечено додатково до резервного захисту (див. примітку 1 до рисунка D.3a). Тривалість переривання живлення, якщо є, потрібно реєструвати під час випробовування.

- чи C_1 буде розчіплювати з меншою силою випробувального струму, і як C_1 , так і C_2 будуть розчіплювати з більшою силою випробувального струму.

Для цього треба, щоб контакти C_2 роз'єдналися умить із меншою силою випробувального струму. Додаткові випробовування треба виконати на проміжних значеннях сили струмів, щоб визначити найменше значення сили струму, за яким як C_1 , так і C_2 розчіплюються, до якої струм відновлення живлення забезпечено. Тривалість переривання живлення, якщо є, треба реєструвати під час випробовування.

б) якщо з'єднаний SCPD — запобіжник (або набір запобіжників):

- для випробовування за номінальної умовної сили струму короткого замикання
 - 1) у разі однофазного кола хоча б один запобіжник має перегоріти;
 - 2) у разі багатофазного кола чи два, чи більше запобіжників мають перегоріти;
- для випробовування за номінальної комутаційної здатності вимикання за короткого замикання C_1 буде розчіплювати, і хоча б один запобіжник має перегоріти.

D.6.4 Отримані результати

Подальші випробовування, C_1 треба виконувати за 9.12.12.2.

Крім того, якщо з'єднаний SCPD — це автоматичний вимикач (C_2), то треба перевірити, ручними операціями чи іншими відповідними засобами, чи контакти C_2 спаяно.

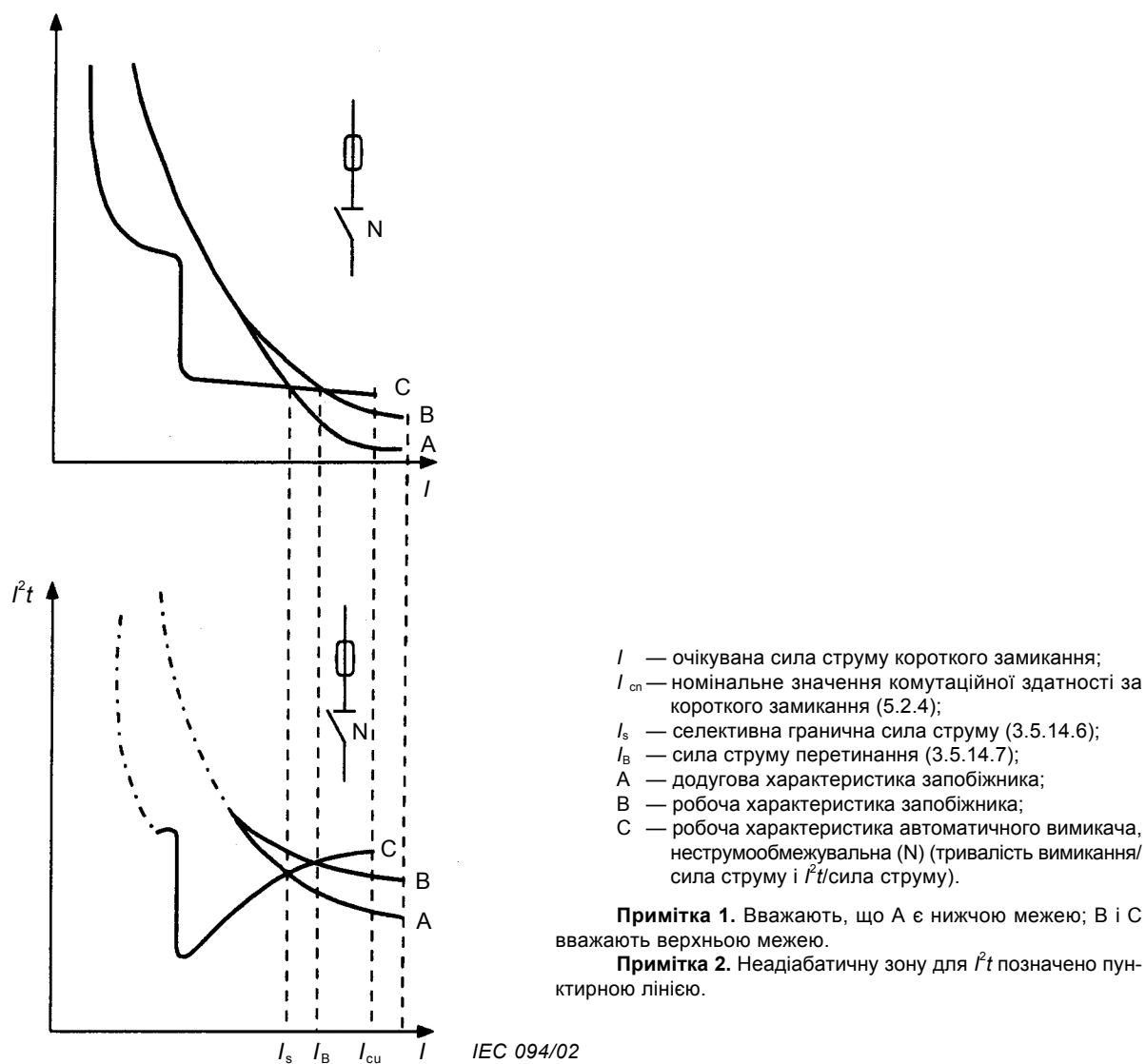


Рисунок D.1 — Координація надструму між автоматичним вимикачем і запобіжником або резервний захист запобіжником. Робочі характеристики

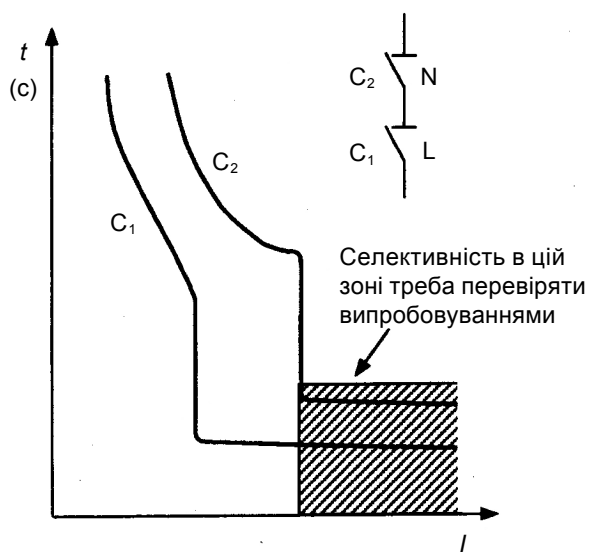


Рисунок D.2a

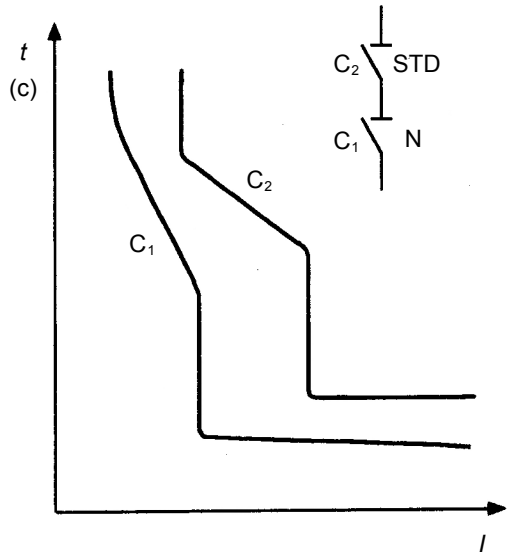


Рисунок D.2b

IEC 095/02

C₁ — струмообмежувальний автоматичний вимикач (L) (характеристика тривалості вимикання);
C₂ — неструмообмежувальний автоматичний вимикач (N) (характеристика розчіплювання).
Примітка. Значення I_{cn} не зазначені.

C₁ — неструмообмежувальний автоматичний вимикач (N) (характеристика тривалості вимикання);
C₂ — автоматичний вимикач із навмисною короткочасною затримкою (STD) (характеристика розчіплювання).

Рисунок D.2 — Повна селективність між двома автоматичними вимикачами

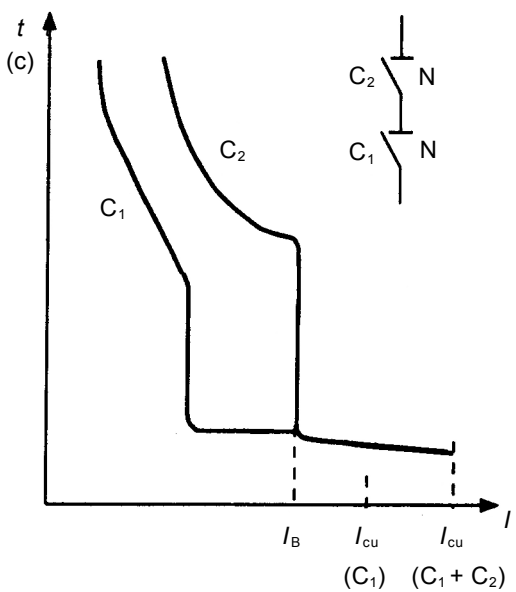
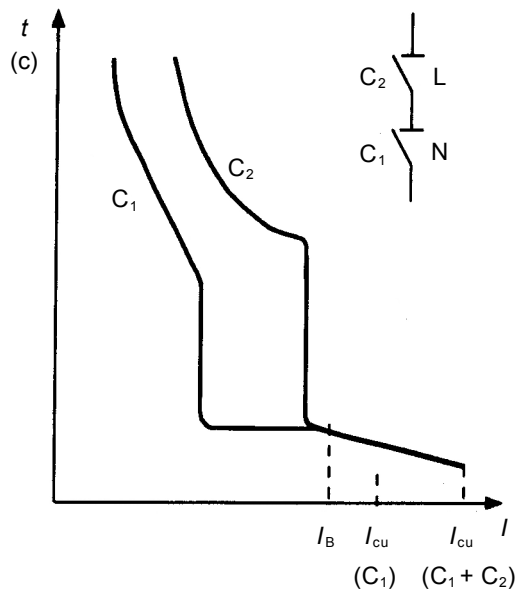


Рисунок D.3 (початок)

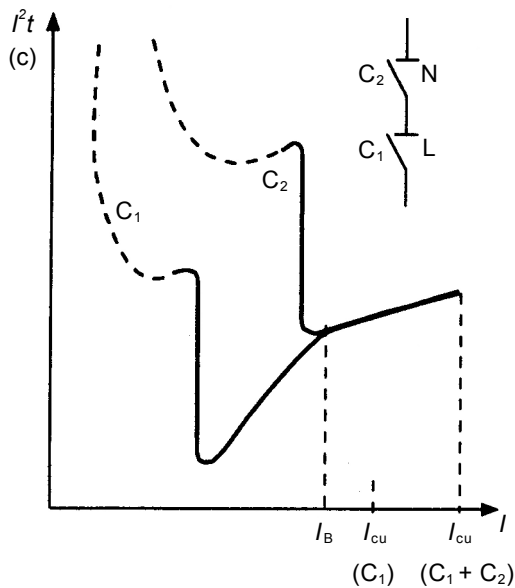


Рисунок D.3a

C_1 — неструмообмежувальний автоматичний вимикач (N);

C_2 — струмообмежувальний автоматичний вимикач (L);

I_B — сила струму перетинання.

Примітка 1. Де застосовно, відбувається відновлення живлення вимикачем C_2 .

Примітка 2. $I_{cn}(C_1 + C_2) \leq I_{cn}(C_2)$.

Примітка 3. Для значень $I > I_B$ крива — це з'єднання (показано жирно), для якого дані треба отримувати випробуваннями.

Рисунок D.3 — Резервний захист автоматичним вимикачем. Робочі характеристики

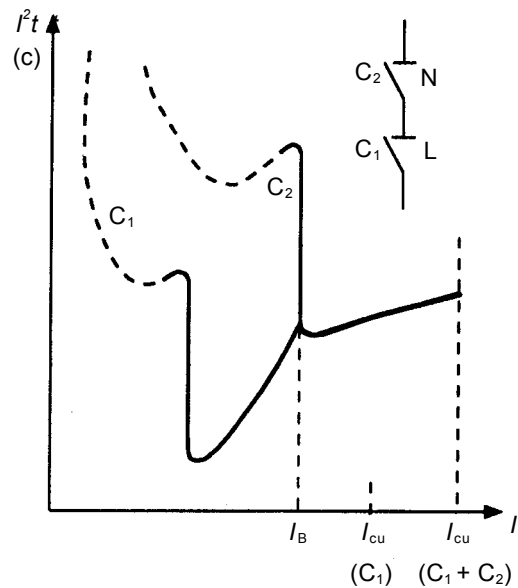


Рисунок D.3b

C_1, C_2 — неструмообмежувальний автоматичний вимикач (N).

IEC 096/02

ДОДАТОК Е (обов'язковий)

СПЕЦІАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ДОПОМІЖНИХ КІЛ ДЛЯ БЕЗПЕЧНОЇ ДУЖЕ НИЗЬКОЇ НАПРУГИ

8.1.3 Зазори та довжина шляху струму спливу

До таблиці 4 долучити таку примітку:

Примітка 5. Частини допоміжних кіл, які перебувають під напругою, призначені для приєднування до безпечної дуже низької напруги, треба відділити від кіл з вищою напругою відповідно до 4.11.1.3.3 ІЕС 60364-4-41.

9.7.4 Електрична міцність ізоляції допоміжних кіл

Долучити таку примітку:

Примітка. Випробування кіл, призначених для приєднування до безпечної дуже низької напруги, перебуває на розгляді.

9.7.5 Значення випробувальної напруги

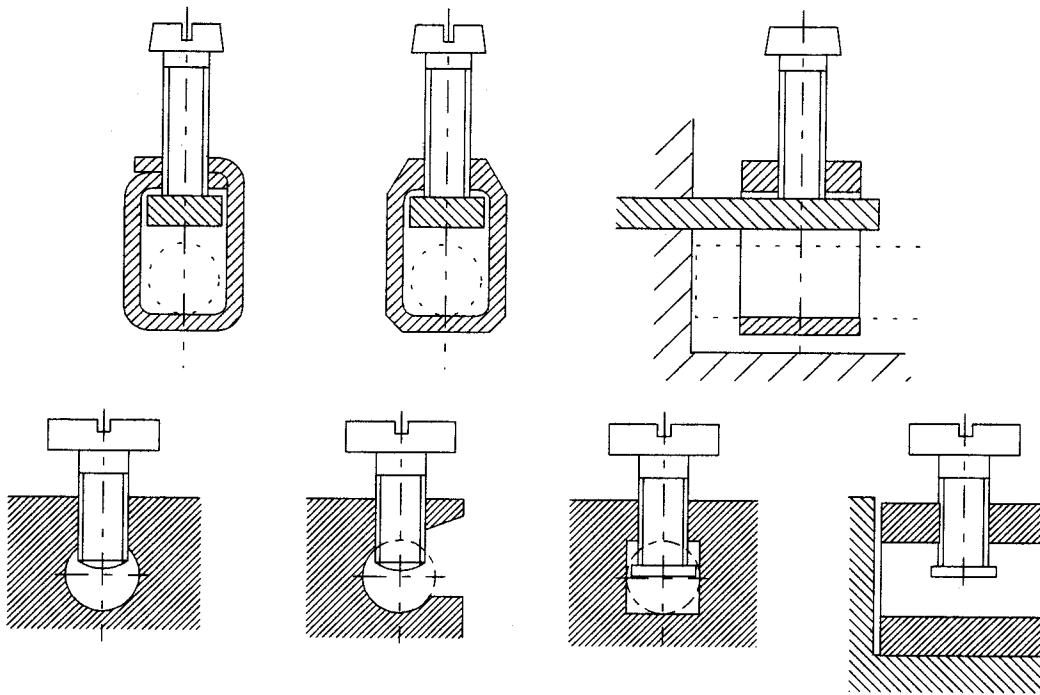
Долучити таку примітку до пункту b):

Примітка. Значення випробувальних напруг для кіл з безпечною наднизькою напругою перебуває на розгляді.

ДОДАТОК F
(довідковий)

ПРИКЛАДИ ВИВОДІВ

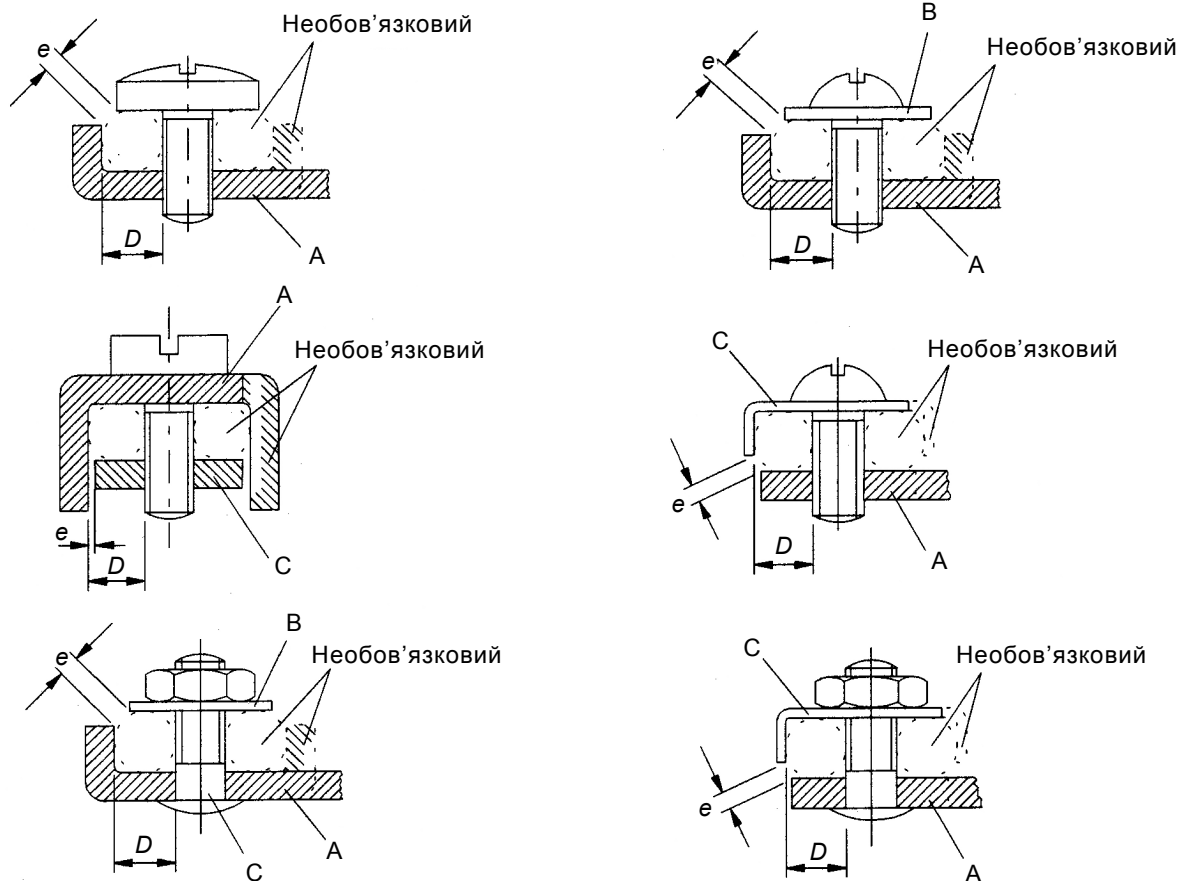
У цьому додатку наведено деякі приклади конструкцій виводів. Конструкція виводу повинна мати діаметр, придатний, щоб встановлювати тверді жорсткі провідники, і площу поперечного перетину, придатну, щоб встановлювати жорсткі багатожильні кабелі (див. 8.1.5).



IEC 097/02

Частина виводу, що містить різьбовий отвір, і частина виводу, до якої гвинтом затиснуто провідник, можуть бути двома різними частинами, як у разі виводу, забезпеченого хомутом.

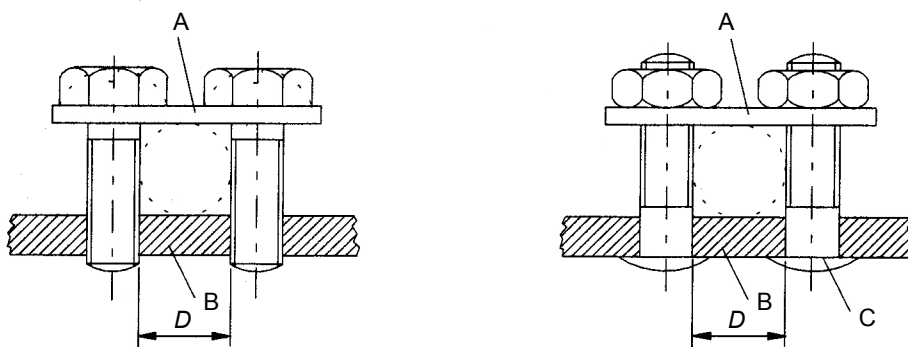
Рисунок F.1 — Приклади стрижневих виводів



ІЕС 098/02

Частина, яка утримує провідник у положенні, може бути з ізоляційного матеріалу у тому разі, якщо тиск, необхідний для за-
тискання провідника, не передається крізь ізоляційний матеріал.

Рисунок F.2 — Приклади гвинтових виводів і штифтових виводів

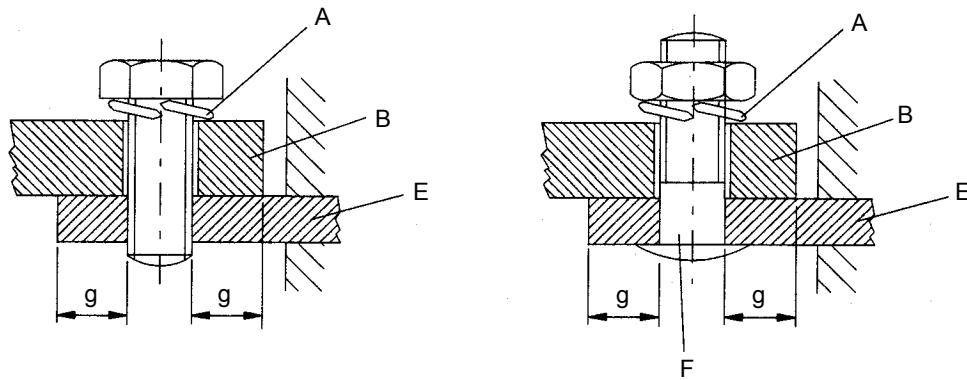


- A — супорт;
- B — нерухома частина;
- C — штифт;
- D — місце для провідника.

Дві поверхні супорта можуть мати різні форми для розміщування провідників маленької чи великої площі поперечного пере-
різу, перевертаючи супорт.

Виводи можуть мати більше двох фіксувальних гвинтів або супортів.

Рисунок F.3 — Приклади виводів супорта



A — контршайба;
 B — кабельний наконечник або шина;
 E — нерухома частина;
 F — штифт.

Для цього типу виводу треба забезпечити шайбу Гровера чи однаково ефективну контршайбу, і поверхня в фіксувальній зоні має бути гладкою.

Для деяких типів устаткування допустимо використовувати виводи під наконечник менших розмірів, ніж потрібно.

Рисунок F.4 — Приклади виводів під наконечник

ДОДАТОК G (довідковий)

ВІДПОВІДНІСТЬ МІЖ МІДНИМИ ПРОВІДНИКАМИ ISO I AWG

Розміри за ISO, мм ²	AWG	
	Розміри	Площа поперечного перерізу, мм ²
1,0	18	0,82
1,5	16	1,30
2,5	14	2,10
4,0	12	3,30
6,0	10	5,30
10,0	8	8,40
16,0	6	13,30
25,0	3	26,70
35,0	2	33,60
50,0	0	53,50

Примітка. Взагалі, застосовують розміри ISO. На прохання виробника розміри AWG також можна застосовувати.

ДОДАТОК Н
(обов'язковий)ПРИСТОСОВАННЯ ДЛЯ ВИПРОБОВУВАННЯ
НА КОРОТКЕ ЗАМИКАННЯ

Апарат для випробовування встановлено, як показано на рисунку Н.1, який може потребувати пристосовання через спеціальну конструкцію апарата, і відповідно до інструкції виробника.

Якщо є потреба (тобто під час О операцій), то прозору поліетиленову фольгу ($0,05 \pm 0,01$) мм, розміром принаймні на 50 мм більше в кожному напрямку, ніж загальні розміри зовнішньої сторони передньої грані апарата, але не менше ніж $200 \text{ мм} \times 200 \text{ мм}$, встановлено на відстані 10 мм від

- будь-якого максимального виступу робочих засобів апарата без отвору для робочих засобів;
- чи бандажу отвору для робочих засобів апарата з отвором для робочих засобів.

Фольга повинна мати такі фізичні властивості:

- щільність за температури 23°C : $(0,92 \pm 0,05) \text{ г/см}^3$;
- точку плавлення: від 110°C до 120°C .

Якщо є потреба, то бар'єр з ізоляційного матеріалу принаймні 2 мм товщиною розташовують, як показано на рисунку Н.1, між вентиляційним отвором дуги та поліетиленовою фольгою, щоб запобігти пошкодженню фольги гарячими частинками, які виходять із вентиляційного отвору дуги.

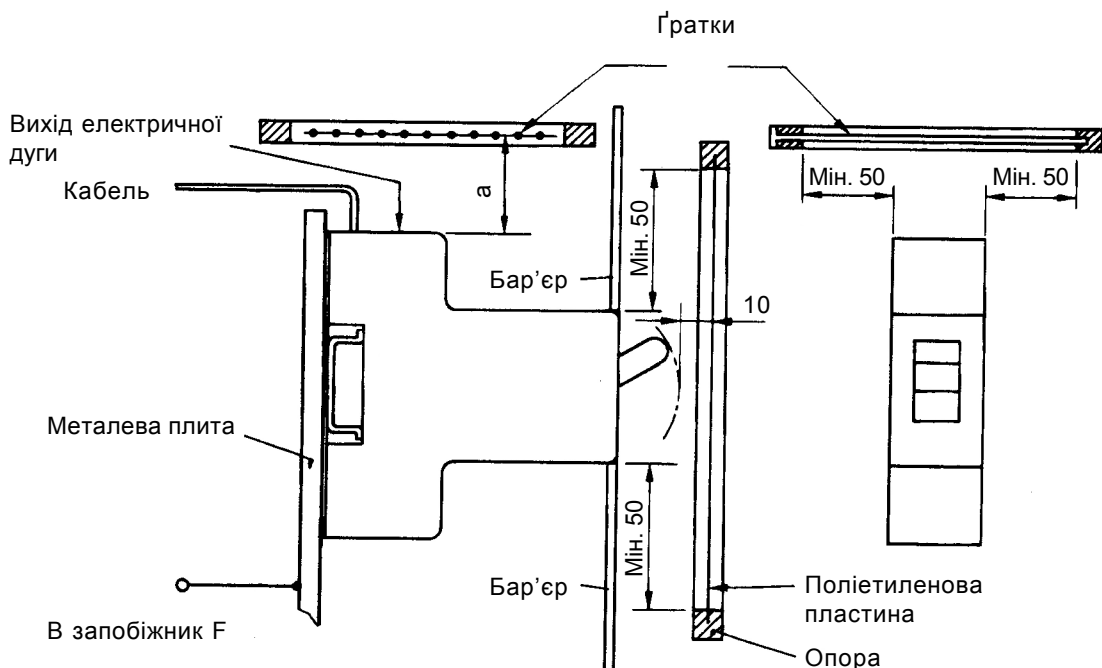
Якщо є потреба, то ґратку (чи ґратки) відповідно до рисунка Н.2 розташовують на відстані «а» (мм) від кожного отвору дуги апарата.

Коло ґратки (див. рисунок Н.3) треба з'єднувати з точками В, чи С, чи С', якщо їх застосовують (див. рисунки від 3 до 6).

Параметри кола (кіл) ґратки такі:

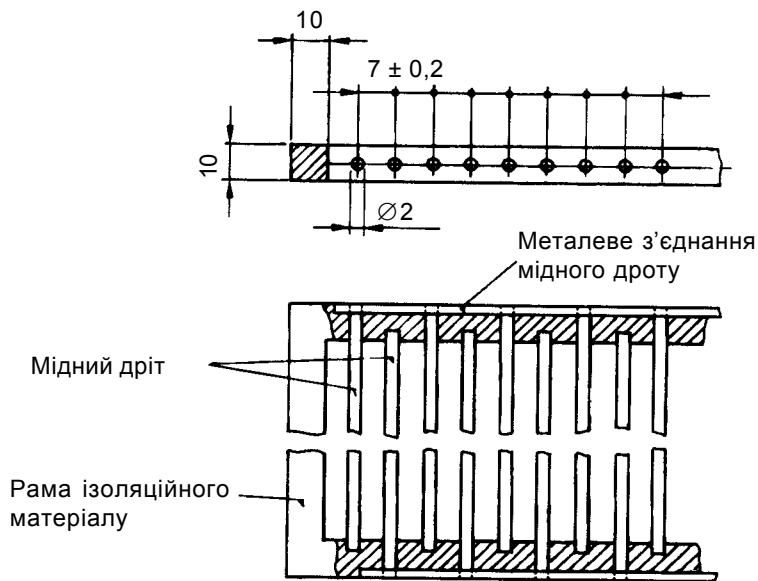
- резистор R' : 1,5 Ом;
- мідний провід F' : довжина 50 мм і діаметр, як зазначено в 9.12.9.1.

Розміри в міліметрах



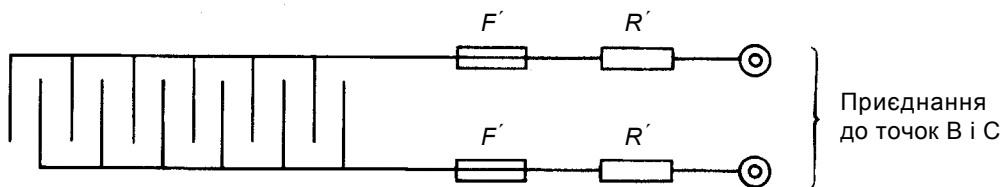
ІЕС 101/02

Рисунок Н.1 — Випробувальне пристосовання



ІЕС 102/02

Рисунок Н.2 — Коло ґратки



ІЕС 103/02

Рисунок Н.3 — Коло ґратки

ДОДАТОК І (обов'язковий)

ТИПОВІ ВИПРОБОВУВАННЯ

Випробовування, подані в цьому додатку, призначено, щоб показати, наскільки забезпечено безпечність, неприпустимість зміни в матеріалі та виробництві.

Подальші випробовування можна виконувати згідно з досвідом, який набув виробник, щоб кожний автоматичний вимикач відповідав зразкам, які пройшли випробовування за цим стандартом.

І.1 Випробовування на розчіплювання

а) Перевіряння часо-струмової характеристики

Силу струму будь-якого зручного значення між умовною силою струму розчіплювання і нижчим значенням діапазону миттєвого розчіплювання за таблицею 2 (згідно з характеристикою розчіплювання автоматичного вимикача: В, С чи D) пропускають окремо через кожний захищений полюс, починаючи з холодного стану.

Автоматичний вимикач має розчіплювати за проміжок часу, що відповідає значенню, яке вибрав виробник, що перебуває в межах проміжку часу характеристики розчіплювання.

b) Перевіряння миттєвого розчіплювання

Кожний автоматичний вимикач має витримувати випробовування миттєвого розчіплювання за 9.10.2 за верхнього значення сили випробувального струму згідно з типом В, С чи D. Випробовують за будь-якої зручної напруги.

І.2 Перевіряння зазорів між розімкненими контактами

До автоматичного вимикача в розімкненому положенні протягом 1 с прикладають напругу суттєво синусоїдної форми 1500 В з частотою від 50 Гц до 60 Гц між виводами, які електрично з'єднано разом, коли автоматичний вимикач в замкненому положенні.

Не повинно бути жодного іскрового перекриття чи поломки механізму.

Будь-який альтернативний зручний метод перевіряння зазорів між розімкненими контактами (наприклад рентгенівське перевіряння) може бути застосований.

ДОДАТОК J
(обов'язковий)

**ДОДАТКОВІ ВИМОГИ ДО АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ
ІЗ БЕЗГВИНТОВИМ ТИПОМ ВИВОДІВ ДЛЯ ЗОВНІШНІХ МІДНИХ ПРОВІДНИКІВ**

J.1 Сфера застосування

Цей додаток застосовують до автоматичних вимикачів зі сферою застосування за розділом 1, обладнаного безгвинтовими виводами, із силою струму, що не перевищує 20 А, передусім придатних для того, щоб приєднувати непідготовлені (див. J.3.6) мідні провідники з поперечним перерізом до 4 мм².

Примітка. В AT, CZ, DE, DK, NL, NO і CH верхня межа сили струму за використання безгвинтових виводів — 16 А.

У цьому додатку безгвинтові виводи називають виводами та мідні провідники називають провідниками.

J.2 Нормативні посилання

Застосовують розділ 2.

J.3 Терміни та визначення понять

Додатково до розділу 3 застосовують такі визначення понять:

J.3.1 фіксувальні елементи (*clamping units*)

Частини виводу, необхідні для механічного фіксування й електричного з'єднання провідників, разом з частинами, які необхідні, щоб гарантувати нормальний контактний тиск

J.3.2 безгвинтовий тип виводів (*screw-less type terminal*)

Вивід для приєднування та наступного від'єднування, отриманого безпосередньо чи з використанням пружин, клинів або аналогічно.

Примітка. Приклади наведено на рисунку J.2

J.3.3 універсальний вивід (*universal terminal*)

Вивід для приєднування та від'єднування всіх типів провідників (жорстких і гнучких).

Примітка. В наведених далі країнах прийнято лише універсальні безгвинтові типи виводів: AT, BE, CN, DK, DE, ES, FR, IT, PT, SE і CH

J.3.4 неуніверсальний вивід (*non-universal terminal*)

Вивід для приєднування та наступного від'єднування лише деяких видів провідників (наприклад лише жорсткі одножильні провідники чи лише жорсткі (одножильні чи багатожильні) провідники)

J.3.5 вивід із прихованим затискним механізмом (*push-wire terminal*)

Неуніверсальний вивід, у якому жорсткі (одножильні чи багатожильні) провідники приєднано затискачем

J.3.6 непідготовлений провідник (*unprepared conductor*)

Провідник, який було вкорочено й ізоляцію було видалено на деякій довжині для встановлювання у вивід.

Примітка 1. Провідник, форма якого улаштована для введення у вивід або жили якого скручено, щоб зміцнити кінець, вважають непідготовленим провідником.

Примітка 2. Термін «непідготовлений провідник» не означає підготовлений пайкою дріт, використання кабельного накопичувача, формування петельки тощо, але охоплює його зміну перед уводжуванням у вивід чи, у разі гнучкого провідника, скручування, щоб зміцнити кінець.

J.4 Класифікація

Застосовують розділ 4.

J.5 Характеристики автоматичного вимикача

Застосовують розділ 5.

J.6 Маркування

Додатково до розділу 6 застосовують такі вимоги:

Універсальні виводи:

— без маркування.

Неуніверсальні виводи:

— виводи, призначені для жорстких одножильних провідників, треба маркувати літерами «sol»;

— виводи, призначені для жорстких (одножильних чи багатожильних) провідників маркують літерою «g»;

— виводи, призначені для гнучких провідників маркують літерою «f».

Маркування наносять на автоматичний вимикач чи, якщо доступного місця недостатньо, зазначають на мінімальній упаковці блока чи в технічній інформації.

Відповідне маркування, що зазначає довжину ізоляції видаленої перед введенням провідника у вивід, треба зазначати на автоматичному вимикачі.

Виробник повинен також забезпечити інформацію в його друкованому матеріалі про кількість провідників, які може бути затиснуто.

J.7 Стандартні умови для операції в експлуатації

Застосовують розділ 7.

J.8 Конструктивні вимоги

Застосовують розділ 8 з такими модифікаціями.

З 8.1.5 застосовують лише 8.1.5.1, 8.1.5.2, 8.1.5.3, 8.1.5.6 і 8.1.5.7.

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуваннями за J.9.1 і J.9.2 цього додатка замість 9.4 і 9.5.

Крім того застосовують такі вимоги.

J.8.1 Приєднування чи від'єднування провідників

Приєднувати чи від'єднувати провідники треба

— універсальним інструментом або зручним пристроєм, об'єднаним із виводом, щоб відкрити його і щоб ввести та вилучити провідники (наприклад, для універсальних виводів);

або тверді провідники

— простим вставлянням. Для від'єднування провідників буде необхідна інша операція, крім витягування провідника (наприклад виводжування з прихованим затискним механізмом).

Універсальні виводи мають приймати тверді (суцільні чи багатожильні) і гнучкі непідготовлені провідники.

Неуніверсальні виводи мають приймати типи провідників, які зазначив виробник.

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуваннями за J.9.1 і J.9.2.

J.8.2 Розміри приєднуваних провідників

Розміри приєднуваних провідників наведено в таблиці J.1.

Здатність до приєднування цих провідників треба перевірити оглядом і випробовуваннями за J.9.1 і J.9.2.

Таблиця J.1 — Приєднувані провідники

Приєднувані провідники та теоретичний діаметр									
Метричний					AWG				
Жорсткі			Гнучкі		Жорсткі			Гнучкі	
	Суцільні	Багато- жильні				Суцільні ^{a)}	Клас В бага- тожильних ^{a)}		Класи I, K, M багатожильних ^{b)}
мм ²	Ø мм	Ø мм	мм ²	Ø мм	Розмір	Ø мм	Ø мм	Розмір	Ø мм
1,0	1,2	1,4	1,0	1,5	18	1,02	1,16	18	1,28
1,5	1,5	1,7	1,5	1,8	16	1,29	1,46	16	1,60
2,5	1,9	2,2	2,5	2,3	14	1,63	1,84	14	2,08
4,0	2,4	2,7	4,0	2,9	12	2,05	2,32	12	2,70

Примітка. Діаметри найбільших жорстких і гнучких провідників ґрунтуються на IEC 60228A і для AWG-провідників — на ASTM B 172-71 і ICEA публікації S-19-81, S-66-524 і S-68-516.

^{a)} Номінальний діаметр плюс 5 %.

^{b)} Найбільший діаметр плюс 5 % для будь-якого з трьох класів I, K і M.

J.8.3 Площа поперечного перерізу приєднуваних провідників

Номінальні площі поперечного перерізу провідників, які затискають, визначено в таблиці J.2.

Таблиця J.2 — Площі поперечних перерізів мідних провідників, приєднуваних безгвинтовими типами виводів

Номінальна сила струму, А	Номінальна площа поперечного перерізу провідників, що буде затиснуто, мм ²
До 13 і включно	Від 1,0 і до 2,5 включно
Вище 13 і до 20 включно	Від 1,5 і до 4,0 включно

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуваннями за J.9.1 і J.9.2.

J.8.4 Вставляння та від'єднування виводів

Вставляти та від'єднувати виводи треба відповідно до інструкцій виробників.

Відповідність перевіряють оглядом.

J.8.5 Проект і конструкція виводів

Виводи треба проектувати та конструювати так, щоб

— кожний провідник було затиснуто окремо;

— під час операції приєднування чи від'єднування провідники можна було приєднати чи від'єднати одночасно чи окремо;

— уникнути неадекватного встановлення провідника.

Має бути змога надійно затискувати будь-яку кількість провідників до передбачуваного максимуму.

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуваннями за J.9.1 і J.9.2.

J.8.6 Опір зношуванню

Виводи мають бути стійкими до зношування.

Відповідність перевіряють випробовуванням за J.9.3.

J.9 Випробовування

Застосовують розділ 9, замінюючи 9.4 та 9.5 такими випробовуваннями:

J.9.1 Випробовування надійності безгвинтових виводів**J.9.1.1 Надійність безгвинтових систем**

Випробовування виконують на трьох виводах полюсів нових зразків із мідними провідниками з номінальною площею поперечного перерізу відповідно до таблиці J.2. Типи провідників мають відповідати J.8.1.

Приєднування та наступне від'єднування треба робити п'ять раз із провідником найменшого діаметра і послідовно п'ять разів з провідником найбільшого діаметра.

Нові провідники треба використовувати кожний раз, крім п'ятого разу, коли провідник, використовуваний для четвертого вставляння, затискають на тому самому місці. Перед вставлянням у вивід багатожильним жорстким провідникам треба змінити форму та скрутити жили гнучких провідників, щоб скріпити кінці.

Для кожного вставляння провідники або засовують по можливості у вивід, або вставляють так, щоб необхідне приєднання було очевидним.

Після кожного вставлення встановлений провідник, обертають на 90° вздовж своєї осі на рівні затиснутої секції та згодом від'єднаної.

Після цих випробувань вивід не повинно бути так пошкоджено, щоб це завадило його подальшому застосуванню.

J.9.1.2 Випробовування на надійність приєднання

Три виводи полюсів нових зразків оснащують новими мідними провідниками типу та номінальної площі поперечного перерізу відповідно до таблиці J.2.

Типи провідників мають відповідати J.8.1.

Перед вставлянням у вивід провідникам із багатожильних жорстких провідників і гнучким провідникам треба змінити форму, та провідники з гнучких провідників потрібно скрутити, щоб зміцнити кінці.

Має бути змога встановити провідники у вивід без надмірного зусилля у разі універсальних виводів і необхідним зусиллям у разі виводів із прихованим затискним механізмом.

Провідники треба або засунути по можливості у вивід, чи вставити так, щоб необхідне приєднання було очевидним.

Після випробування жодних провідник не повинен перебувати поза виводом.

J.9.2 Випробовування надійності виводів для зовнішніх провідників: механічна міцність

Для випробовування на відмову три виводи полюсів нових зразків оснащують новими провідниками типу і мінімальних, і максимальних площ поперечних перерізів відповідно до таблиці J.2.

Перед вставлянням у вивід провідникам із багатожильних твердих провідників і гнучким провідникам треба змінити форму, та провідники з гнучких провідників потрібно скрутити, щоб зміцнити кінці.

Кожний провідник потім піддають зусиллю відриву зі значенням, зазначеним у таблиці J.3. Силу прикладають без поштовхів 1 хв у напрямку осі провідника.

Таблиця J.3 — Зусилля відриву

Площа поперечного перерізу, мм ²	Зусилля відриву, Н
1,0	35
1,5	40
2,5	50
4,0	60

Під час випробовування провідник не повинен вислизнути з виводу.

J.9.3 Випробовування циклічної роботи

Випробовування використовують із новим мідним провідником, що має площу поперечного перерізу згідно з таблицею 9.

Випробовування виконують на нових зразках (зразок однополюсний), кількість яких визначено нижче згідно з типом виводів:

— універсальні виводи для твердих (суцільних і багатожильних) і гнучких провідників: 3 зразки кожного (6 зразків усього);

— неуніверсальні виводи лише для суцільних провідників: 3 зразки;

— неуніверсальні виводи для твердих (суцільних і багатожильних) провідників: 3 зразки кожного (6 зразків);

Примітка. У разі твердих провідників суцільні провідники треба використовувати (якщо суцільних провідників немає в цій країні, то можна використовувати багатожильні провідники).

— неуніверсальні виводи лише для гнучких провідників: 3 зразки.

Провідник, що має площу поперечного перерізу, зазначену в таблиці 9, приєднують послідовно як для нормального використання до кожного зразка. Як показано на рисунку J.1.

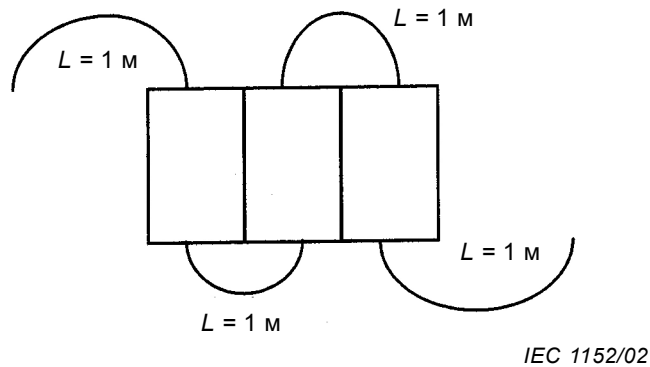


Рисунок J.1 — З'єднані зразки

Зразок забезпечують отвором (чи еквівалентним) для того, щоб виміряти падіння напруги на виводі.

Цілий випробуваний механізм, разом з провідниками, встановлюють у камеру нагрівання, де спочатку підтримують температуру $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Щоб запобігти будь-якому переміщенню випробуваного механізму до закінчення випробовування на падіння напруги, рекомендують встановлювати полюси на загальну опорну раму.

Крім того, під час періоду охолодження випробувальний струм, сила якого дорівнює номінальній силі струму автоматичного вимикача, застосовують до кола.

Тоді зразки треба піддати 192 температурним циклам, кожний із яких має тривалість 1 год, так:

Температуру повітря в камері нагрівання піднімають до 40°C приблизно за 20 хв. Її підтримують у межах цього значення $\pm 5^\circ\text{C}$ приблизно 10 хв.

Після цього зразки охолоджують приблизно 20 хв за температури приблизно 30°C , дозволене примусове охолодження. Їх зберігають за цією температурою протягом 1 хв і, якщо необхідно, виміряти падіння напруги, то охолоджують далі до температури $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Максимальне падіння напруги, виміряне на кожному виводі, наприкінці 192 циклу з номінальною силою струму не повинно перевищувати менше з двох наведених нижче значень:

— або 22,5 мВ;

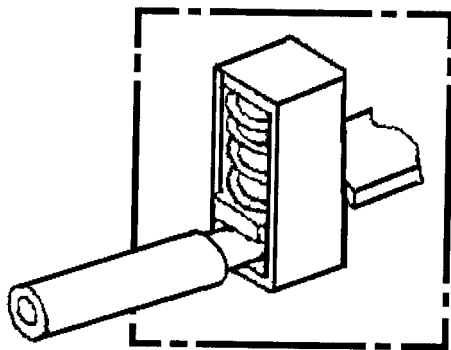
— або 1,5 від значення, виміряного після 24 циклу.

Вимірювання треба провести так близько, як це можливо, в зоні контакту на виводі.

Якщо точку вимірювання не можна розмістити впритул до точки контакту, то падіння напруги в межах частини провідника між ідеальною та фактичною точками вимірювання треба відняти від вимірюваного спаду напруги.

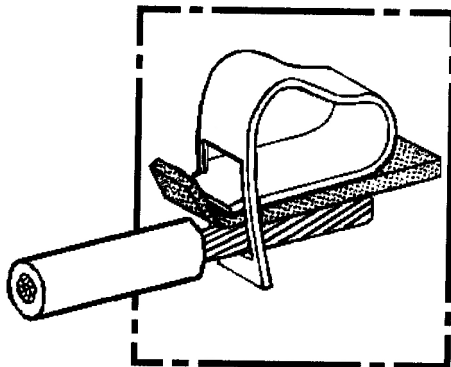
Температуру в камері нагрівання вимірюють на відстані принаймні 50 мм від зразків.

Після цього випробування огляд неозброєним оком, з нормальним чи з коригованим зором, без додаткового збільшення не повинен виявити жодних змін, наприклад тріщин, деформацій тощо, ймовірно шкідливих для подальшого застосування.



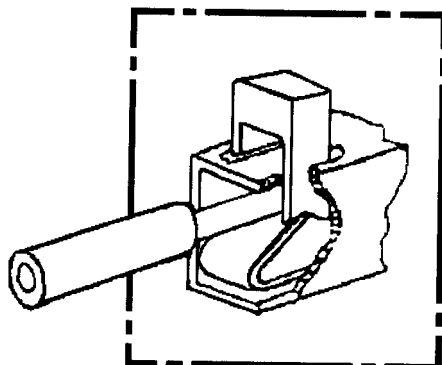
Безгвинтовий вивід із прямим тиском

IEC 1153/02



Безгвинтовий вивід із непрямым тиском

IEC 1154/02



Безгвинтовий вивід з передатним елементом

IEC 1155/02

Рисунок J.2 — Приклади безгвинтових виводів

J.10 Нормативні посилання

IEC 60228:1978 *Conductor of insulated cables*

IEC 60228A:1982 First supplement to IEC 60228

IEC 60998-1:1990 *Connecting devices for low voltage circuits for household and similar purposes —*

Part 1: General requirement

IEC 60998-2-2:1991 *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes —*

Part 2-2: Particular requirement for connecting devices as separate entities with screwless-type clamping units

IEC 60999 (all parts) *Connecting devices — Electrical copper conductors — Safety requirement for screw-type and screwless-type clamping units*

ASTM B172-01a *Standard Specification for Rope-Lay-Stranded Copper Conductors Having Bunch-Stranded Members, for Electrical Conductors*

ICEA S-19-81/Nema WC3 Rubber-Insulated Wire and Cable¹⁾

ICEA S-66-524/Nema WC7 Cross-Linked-Thermosetting-Polyethylene Insulated Wire and Cable¹⁾

ICEA S-68-516/Nema WC8 Ethylene-Propylene-Rubber Insulated Wire and Cable¹⁾.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ІЕС 60228:1978 Провідники ізольованих кабелів

ІЕС 60228А:1982 Перше доповнення до ІЕС 60228

ІЕС 60998-1:1990 Приєднувальні пристрої для кіл низької напруги для домашнього й аналогічного застосування. Частина 1. Загальні технічні вимоги

ІЕС 60998-2-2:1991 Приєднувальні пристрої для кіл низької напруги для домашнього й аналогічного застосування. Частина 2-2. Додаткові вимоги до приєднувальних пристроїв як окремих об'єктів із безгвинтовими типами фіксувальних вузлів

ІЕС 60999 (усі частини) Приєднувальні пристрої. Електричні мідні провідники. Вимоги щодо безпеки для гвинтових і безгвинтових типів фіксувальних вузлів

ASTM B172-01a Технічні умови на мідні провідники, скручені для прокладання тросу, що має пучок скручених членів, для електричних провідників

ICEA S-19-81/Nema WC3 Провід і кабель з гумовою ізоляцією

ICEA S-66-524/Nema WC7 Провід і кабель із заплетеною хрестом термопластичною поліетиленовою ізоляцією

ICEA S-68-516/Nema WC8 Провід і кабель з етилен-пропілен-гумовою ізоляцією.

ДОДАТОК К
(обов'язковий)

**ДОДАТКОВІ ВИМОГИ ДО АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ
З ПЛАСКИМИ ШВИДКО ПРИЄДНУВАНИМИ ВИВОДАМИ**

К.1 Сфера застосування

Цей додаток застосовують до автоматичних вимикачів зі сферою застосування за розділом 1, обладнаного плоскими швидко приєднуваними виводами, які складаються з вилки (див К.3.2) номінальною шириною 6,3 мм і товщиною 0,8 мм, використовуваною з відповідною розеткою з'єднувача, щоб приєднувати електричні мідні провідники згідно з інструкцією виробника для струмів із номінальною силою до 16 А включно.

Примітка. Автоматичні вимикачі з швидко приєднуваними виводами для струмів з номінальною силою до 20 А включно застосовують у BE, FR, IT, ES, PT і US.

Приєднувані гнучкі електричні мідні провідники з площею поперечного перерізу до 4 мм² включно чи жорстких скручених із площею поперечного перерізу до 2,5 мм² включно (AWG рівні чи більші ніж 12).

Цей додаток застосовують до автоматичних вимикачів, у яких вилки — невід'ємна частина пристрою.

К.2 Нормативні посилання

Додатково до розділу 2 застосовують таке нормативне посилання:

ІЕС 61210:1993 Connecting devices — Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors — Safety requirements.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ІЕС 61210:1993 Приєднувальні пристрої. Плaskі швидко приєднувані виводи для електричних мідних провідників. Вимоги щодо безпеки.

¹⁾ Вилучено.

К.3 Терміни та визначення понять

Додатково до розділу 3 застосовують такі терміни та визначення позначених ними понять:

К.3.1 пласкі швидко приєднувані виводи (flat quick-connect terminations)

Електричне з'єднання, що складається з вилки та розетки з'єднувача, які можна з'єднати чи від'єднати, застосовуючи інструмент або без нього

К.3.2 вилка (male tab)

Частина швидко приєднуваного виводу, який стикується з розеткою з'єднувача

К.3.3 розетка з'єднувача (female connector)

Частина швидко приєднуваного виводу, який стикується з вилкою

К.3.4 фіксатор (detent)

Заглибина чи отвір у вилці, який приймає виступ на розетці, щоб забезпечити захват стикувальних частин.

К.4 Класифікація

Застосовують розділ 4.

К.5 Характеристики автоматичних вимикачів

Застосовують розділ 5.

К.6 Маркування

Застосовують увесь розділ 6 з такими доповненнями після пункту к).

Наведену нижче інформацію щодо розетки з'єднувача згідно з ІЕС 61210 і типу використовуваного провідника повинен надати в інструкціях виробник:

l) назва виробника чи торгівельна марка;

m) посилання на тип;

n) інформація стосовно площі поперечного перерізу та кольорового коду розетки з'єднувача (див. нижче таблицю К.1);

o) використання лише срібла чи покритих оловом мідних сплавів.

Таблиця К.1 — Інформаційна таблиця щодо кольорового коду розетки з'єднувача стосовно площі поперечного перерізу провідника

Площа поперечного перерізу провідника, мм ²	Кольоровий код розетки з'єднувача
1,0	Червоний
1,5	Червоний або синій
2,5	Синій або жовтий
4,0	Жовтий

К.7 Стандартні умови для операції в експлуатації

Застосовують розділ 7.

К.8 Конструктивні вимоги

Застосовують розділ 8 за винятком такого:

Заміняють 8.1.3 на:

К.8.1 Зазори та довжина шляху струму спливу (див. додаток В)

Застосовують 8.1.3, пристосовуючи розетки з'єднувачів до вилок автоматичних вимикачів.

Заміняють 8.1.5 на:

К.8.2 Виводи для зовнішніх провідників

К.8.2.1 Вилки та розетки з'єднувачів мають бути з металу, що має механічну міцність, електропровідність і антикорозійні властивості відповідні їх призначеності для використання.

Примітка. Срібло чи покриті оловом мідні сплави — приклади придатних рішень.

К.8.2.2 Вилки з номінальною шириною 6,3 мм і товщиною 0,8 мм підбирають до номінальної сили струму до 16 А включно.

Примітка 1. Вилки для струмів із номінальною силою до 20 А включно використовують у BE, FR, IT, PT, ES і US.

Розміри вилки мають відповідати зазначеним у таблиці К.3 і на рисунках К.2, К.3, К.4 і К.5, де розміри А, В, С, D, Е, F, J, М, N і Q обов'язкові.

Розміри розетки з'єднувача, які можна підбирати, наведено на рисунку К.6 і в таблиці К.4

Примітка 2. Розміри різних частин можуть відрізнятися від наведених на рисунках за умови, що вони не впливають на роботу, і випробувальні вимоги виконано, наприклад: гофровані вилки, складчасті вилки тощо.

Відповідність перевіряють оглядом і вимірюванням.

К.8.2.3 Охоплювані штамповані провідники мають надійно утримуватися.

Відповідність перевіряють випробуванням на механічне перевантаження за К.9.1.

К.9 Випробовування

Застосовують розділ 9 з такими змінами:

Заміняють 9.5 на:

К.9.1 Механічна сила перевантаження

Це випробовування виконують на 10 виводах автоматичних вимикачів, змонтованих як для нормального використання, коли відбувається прокладання електричних провідників.

Сила удару вздовж осі та наступне зусилля відриву вздовж осі, зазначені в наведеній нижче таблиці К.2, поступово застосовують до вилки, вбудованої в автоматичний вимикач, лише один раз з придатним випробувальним апаратом.

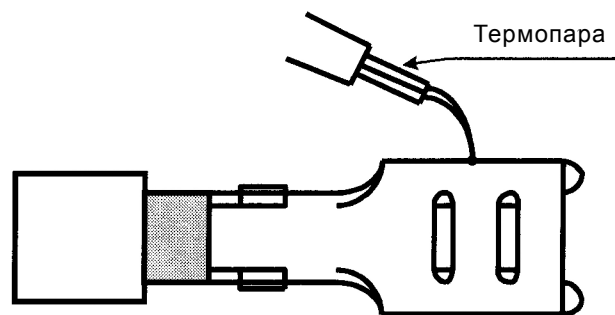
Таблиця К.2 — Сили у випробовуванні на перевантаження

Удар, Н	Відрив, Н
96	88

Жодного пошкодження вилки чи автоматичного вимикача, в який вилку вбудовано, що могло б заважати подальшому використуванню, не повинно бути.

Доповнення до 9.8.3:

Тонкодротові термопари треба розташувати так, щоб вони не впливали на контакт або контактну зону. Приклад розташування наведено на рисунку К.1.



IEC 1156/02

Рисунок К.1 — Приклад розташування термопари для вимірювання перевищення температури

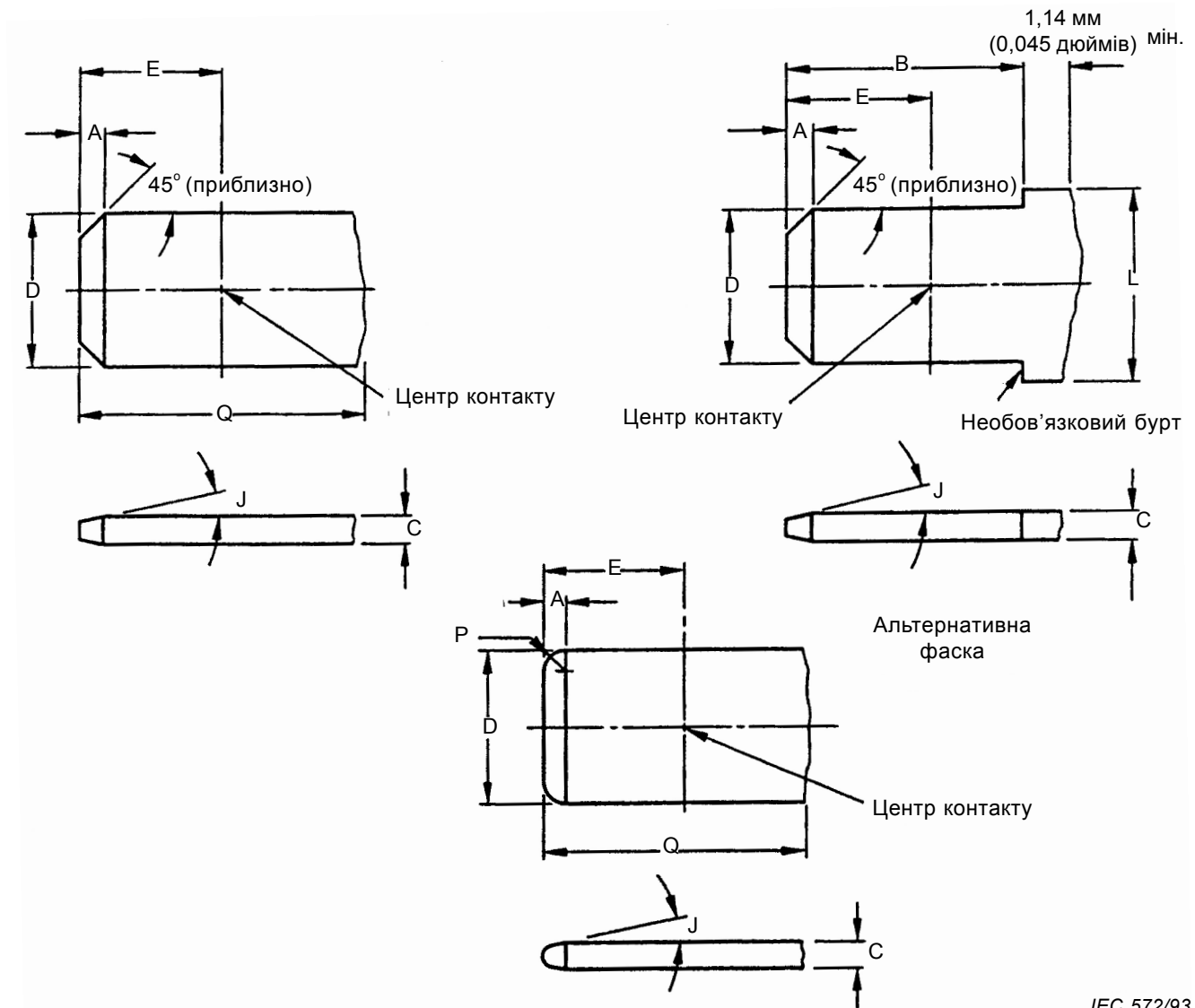
Таблиця К.3 — Розміри вилки

Розміри в міліметрах

Номинальні величини		A	B мін.	C	D	E	F	J	M	N	P	Q мін.
66,3 × 0,8	Заглибина	1,0	—	0,84	6,40	4,1	2,0	12°	2,5	2,0	1,8	—
		0,7	7,8	0,77	6,20	3,6	1,6	8°	2,2	1,8	0,7	8,9
	Отвір	1,0	—	0,84	6,40	4,7	2,0	12°	—	—	1,8	—
		0,5	7,8	0,77	6,20	4,3	1,6	8°	—	—	0,7	8,9

Примітка 1. Розміри від А до Q стосуються рисунків К.2—К.5.

Примітка 2. Два значення в одній колонці дають максимальний і мінімальний розміри.



ІЕС 572/93

Примітка 1. Фаска А під кутом 45° не повинна бути прямою лінією, якщо це в показаних межах.

Примітка 2. Розмір L не визначено, і він може змінюватися застосуванням (наприклад фіксування).

Примітка 3. Розмір C вилки може складатися з більш ніж одного шару матеріалу за умови, що внаслідок цього вилка відповідатиме всіма сторонами вимогам цього стандарту.

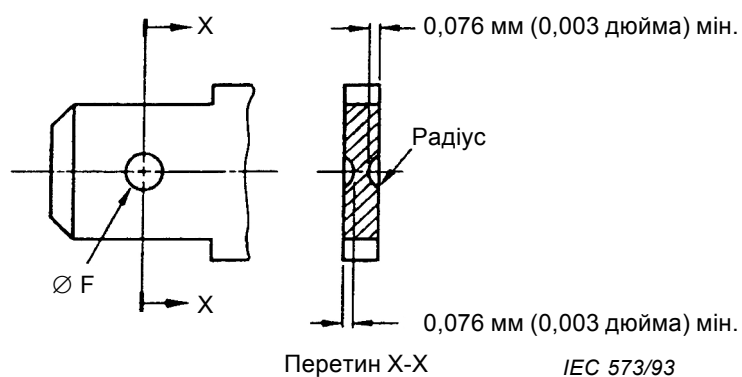
Радіус по поздовжньому краю вилки допускають.

Примітка 4. Ескізи не призначено, щоб визначати конструкцію, крім того, що стосується показаних розмірів.

Примітка 5. Товщина C вилки може змінюватися більше ніж Q чи більше ніж $B + 1,14 \text{ мм}$ (0,043 дюйма).

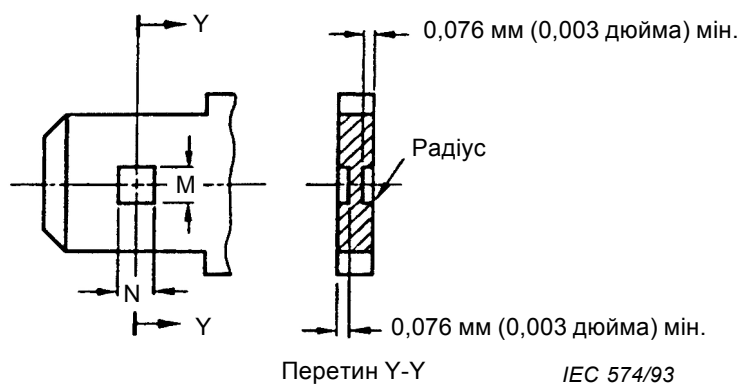
Примітка 6. Усі частини вилки є плоскими і без нерівностей або рельєфної височини, за винятком того, що може бути рельєфна височина стандартною товщиною 0,025 мм (0,001 дюйма) по краю, в зоні, визначеної лінією, що оточує фіксатор і віддалена від нього на 1,3 мм (0,051 дюйм).

Рисунок К.2 — Розміри наконечників вилки



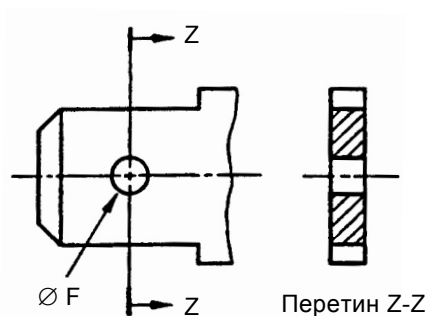
Фіксатор треба розташовувати в межах 0,076 мм (0,003 дюйма) геометричної осі наконечника.

Рисунок К.3 — Розміри круглої заглибини фіксатора (див. рисунок К.2)



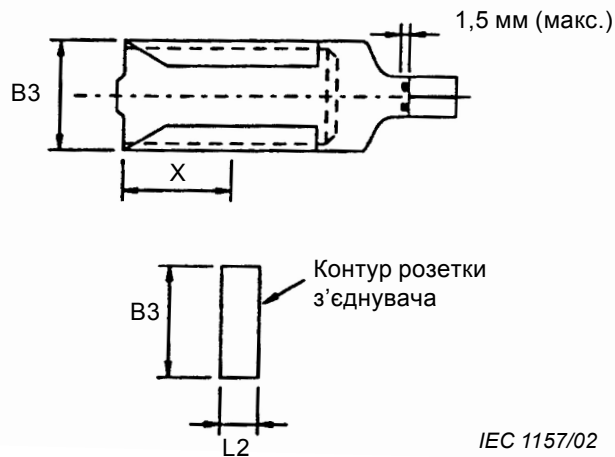
Фіксатор треба розташовувати в межах 0,13 мм (0,005 дюйма) геометричної осі наконечника.

Рисунок К.4 — Розміри прямокутної заглибини фіксатора (див. рисунок К.2)



Фіксатор треба розташовувати в межах 0,076 мм (0,003 дюйма) геометричної осі наконечника.

Рисунок К.5 — Розміри отворів фіксатора



Розміри B3 і L2 обов'язкові.

Примітка 1. Для визначення змінюваних розмірів розетки з'єднувачів B3 і L2 необхідно зважати на розміри вилки для того, щоб гарантувати, що в найнесприятливіших умовах зачеплювання (і фіксування, якщо є) вилки та розетки відповідні.

Примітка 2. Якщо фіксатор передбачено, то розмір X може вибрати виробник, щоб забезпечити виконання вимог розділів.

Примітка 3. Розетку з'єднувача треба розробляти так, щоб несвоєчасне введення провідника в обтискну зону було видимим чи відвернутим зупиненням, щоб запобігти будь-якому зіткненню між провідником і повністю вставленою вилкою.

Примітка 4. Ескізи не призначено, щоб визначати конструкцію, крім того, що стосується показаних розмірів.

Рисунок К.6 — Розміри розетки з'єднувача

Таблиця К.4 — Розміри розетки з'єднувача

Розмір вилки, мм	Розміри розетки з'єднувача, мм	
	B3 макс.	L2 макс.
6,3	7,8	3,5

К.10 Нормативні посилання

ІЕС 60760:1089 *Flat, quick-connect termination*

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ІЕС 60760:1089 *Пласкі швидко приєднані виводи.*

ДОДАТОК L
(обов'язковий)

СПЕЦІАЛЬНІ ВИМОГИ ДО АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ ІЗ ГВИНТОВИМИ ТИПАМИ ВИВОДІВ ДЛЯ ЗОВНІШНІХ НЕОБРОБЛЕНИХ АЛЮМІНІЄВИХ ПРОВІДНИКІВ З АЛЮМІНІЄВИМИ ГВИНТОВИМИ ТИПАМИ ВИВОДІВ ДЛЯ ВИКОРИСТОВУВАННЯ З МІДНИМИ Й АЛЮМІНІЄВИМИ ПРОВІДНИКАМИ

L.1 Сфера застосування

Цей додаток застосовують до автоматичних вимикачів зі сфери застосування цього стандарту, обладнаних мідними гвинтовими типами виводів або сплавів, які містять принаймні 58 % міді (холодного оброблення) чи принаймні 50 % міді (за іншого оброблення), чи іншого металу, чи відповідно покритий металом, не менш стійким до корозії, ніж мідь, і з механічними властивостями не менш придатними для використання з необробленими алюмінієвими провідниками, чи з гвинтового типу виводами алюмінієвого матеріалу для використання з мідними чи алюмінієвими провідниками.

У цьому додатку алюмінієві провідники, покриті міддю та покриті нікелем, розглядають як алюмінієві провідники.

Примітка. В Австрії, Австралії та Німеччині використання алюмінієвих виводів гвинтового типу з мідними провідниками не дозволено.

— В Австрії, Швейцарії та Німеччині виводи тільки для алюмінієвих провідників не дозволено.

— В Іспанії використання алюмінієвих провідників не дозволено для кінцевих кіл домашнього й аналогічного використання, наприклад в офісах, магазинах тощо.

— У Данії мінімальна площа поперечного перерізу для алюмінієвих провідників — 16 мм².

L.2 Нормативні посилання

Не застосовують.

L.3 Терміни та визначення понять

Додатково до розділу 3 застосовують такі додаткові терміни та визначення позначених ними понять для цього додатка.

L.3.1 очищений провідник (*treated conductor*)

Провідник, контактна зона якого мала шар окису на зовнішніх жилах, очищений і/чи з компаундом, щоб покращити з'єднання, і/чи запобігти корозії

L.3.2 неочищений провідник [непідготовлений провідник] (*untreated/unprepared conductor*)

Провідник, який було відрізано, й ізоляцію з якого було вилучено для введення у вивід.

Примітка. Провідник, форму якого підготовлено для введення у вивід чи жили якого скручено для укріплення кінця, вважають непідготовленим провідником

L.3.3 компенсатор (*equalizer*)

Пристосовання, використовуване у випробувальній схемі, яке забезпечує еквівалентну точку й однорідну щільність струму в багатожильному провіднику без несприятливого впливу на температуру провідника (провідників)

L.3.4 еталонний провідник (*reference conductor*)

Суцільний відрізок того самого типу та розміру провідника, як той, що використовували на пристроях виводу під час випробовування, і з'єднаний з тим самим послідовним колом. Він забезпечує можливість визначати відповідну температуру і, якщо необхідно, відповідний опір

L.3.5 коефіцієнт стабільності S_f (*stability factor S_f*)

Ступінь температурної стабільності на пристроях виводу під час циклічного випробовування струмом.

L.4 Класифікація автоматичних вимикачів

Застосовують розділ 4.

L.5 Характеристики автоматичного вимикача

Застосовують розділ 5.

L.6 Маркування

Додатково до розділу 6 застосовують такі вимоги:

Маркування виводу, зазначене в таблиці L.1, треба наносити на автоматичний вимикач біля виводів.

Іншу інформацію стосовно кількості провідників, значення крутильного моменту гвинта (якщо відрізняється від таблиці 10) і площу поперечного перерізу потрібно зазначати на автоматичному вимикачі.

Таблиця L.1 — Маркування виводів

Прийняті типи провідників	Маркування
Лише мідний	Нема
Лише алюмінієвий	AL
Алюмінієвий і мідний	AL/Cu

Виробник повинен зазначати в своєму каталозі, що для затискання алюмінієвого провідника затягувальний крутильний момент треба забезпечити відповідними засобами.

L.7 Нормальні умови для роботи в експлуатації

Застосовують розділ 7.

L.8 Конструктивні вимоги

Застосовують розділ 8 за винятком такого:

8.1.5.2 Долучити:

Для приєднування алюмінієвих провідників автоматичні вимикачі треба забезпечити гвинтовими типами виводів, які дають змогу приєднувати провідники, які мають номінальну площу поперечного перерізу, зазначену в таблиці L.2.

Виводи для приєднування алюмінієвих провідників і алюмінієві виводи для приєднування мідних або алюмінієвих провідників повинні мати відповідну механічну міцність, щоб витримували випробовування 9.4 з випробувальними провідниками, затягнутими з крутильним моментом, зазначеним в таблиці 10, чи з крутильним моментом, який зазначив виробник, але не нижче, зазначеного в таблиці 10.

Таблиця L.2 — Площа поперечного перерізу приєднуваних алюмінієвих провідників для гвинтових типів виводів

Номінальна сила струму ^{a)} , А	Діапазон номінальної площі ^{b)} поперечного перерізу, мм ²
До 13 включно	Від 1,0 до 4,0
Більше 13 і до 16 включно	» 1,0 » 6,0
» 16 » 25 »	» 1,5 » 10,0
» 25 » 32 »	» 2,5 » 16,0
» 32 » 50 »	» 4,0 » 25,0
» 50 » 80 »	» 10,0 » 35,0
» 80 » 100 »	» 16,0 » 50,0
» 100 » 125 »	» 25,0 » 70,0

^{a)} Треба, щоб для номінального струму до 50 А включно виводи розробляли для затискання одножильних провідників, а також жорстких багатожильних провідників; використання гнучких провідників допустиме. Однак допустимо, щоб виводи для провідників із площею поперечного перерізу від 1 мм² до 10 мм² розробляли, щоб затискати лише одножильні провідники.

^{b)} Максимальні діаметри провідників таблиці 5 збільшують згідно з таблицею D.2 IEC 61545.

Відповідність перевіряють оглядом, вимірюванням і примірюванням у свою чергу одного провідника мінімальної й одного провідника максимальної площі поперечного перерізу, як визначено.

8.1.5.4 Текст 8.1.5.4 замінюють на:

Виводи мають давати змогу приєднувати провідники без спеціальної підготовки.

Відповідність перевіряють оглядом і випробовуваннями за L.9.

L.9 Випробовування

Застосовують розділ 9 з такими модифікаціями/доповненнями:

Умови випробовування з таблиці L.3 застосовують до випробування на вплив матеріалу виводу та типу приєднуваного провідника.

Додаткове випробовування за L.9.2 виконують на виводах, відокремлених від автоматичного вимикача.

Таблиця L.3 — Перелік випробувань відповідно до матеріалу провідників і виводів

Матеріал виводів	Матеріал відповідно до 8.1.4.4 ^{a)}	Al ^{a)}	
		Cu	Al
Матеріал провідника (таблиця L.1)	Al Використовують таблиці L.2 і L.5	Використовують таблиці 5 і 9	Використовують таблиці L.2 і L.5
9.4 Надійність гвинтів	Використовують таблиці L.2, L.5 і 10	Використовують таблиці 5, 9 і 10	Використовують таблиці L.2, L.5 і 10
9.5.1 Випробовування на відмову ^{b)}	Використовують таблиці L.2, L.5 і 10	Використовують таблиці 5, 9 і 10	Використовують таблиці L.2, L.5 і 10

Кінець таблиці L.3

Матеріал виводів	Матеріал відповідно до 8.1.4.4 ^{a)}	Al ^{a)}	
9.5.2 Пошкодження провідника	Використовують таблиці L.2, L.5 і 10	Використовують таблиці 5, 9 і 10	Використовують таблиці L.2, L.5 і 10
9.5.3 Введення провідника	Використовують таблицю L.4	Використовують таблицю 12	Використовують таблицю L.4
9.8 Перевищення температури	Використовують таблицю L.5	Використовують таблицю 9	Використовують таблицю L.5
9.9 Двадцятивосьмиденне випробовування	Використовують таблицю L.5	Використовують таблицю 9	Використовують таблицю L.5
L.9.2 Циклічне випробовування	Використовують таблицю 10	Використовують таблицю 10	Використовують таблицю 10
^{a)} Використовування випробувальних послідовностей A і B і кількості зразків визначено в додатку C. Для автоматичних викидачів, які призначені для приєднування з алюмінієвими чи мідними провідниками, випробувальні послідовності та кількість зразків треба подвоїти (один для мідних провідників і один для алюмінієвих провідників). ^{b)} Для випробовування на відмову за 9.5.1 значення для провідників 70 мм ² перебуває на розгляді.			

Таблиця L.4 — Приєднувані провідники та їхні теоретичні діаметри

Метричний					AWG				
Жорсткі			Гнучкі (лише мідні)		Жорсткі			Гнучкі (лише мідні)	
S	Одно-жильні	Багато-жильні	S			Одно-жильні ^{a)}	Клас B багато-жильних ^{a)}		Класи I, K, M багатожильних ^{b)}
мм ²	Ø мм	Ø мм	мм ²	Ø мм	Розмір	Ø мм	Ø мм	Розмір	Ø мм
1,0	1,2	1,4	1,0	1,5	18	1,070	1,23	18	1,28
1,5	1,5	1,7	1,5	1,8	16	1,350	1,55	16	1,50
2,5	1,9	2,2	2,5	2,3 ^{c)}	14	1,710	1,95	14	2,08
4,0	2,4	2,7	4,0	2,9 ^{c)}	12	2,150	2,45	12	2,70
6,0	2,9	3,3	4,0	2,9 ^{c)}	10	2,720	3,09	—	—
10,0	3,7	4,2	6,0	3,9	8	3,430	3,89	10	3,36
16,0	4,6	5,3	10,0	5,1	6	4,320	4,91	8	4,32
25,0	—	6,6	16,0	6,3	4	5,450	6,18	6	5,73
35,0	—	7,9	25,0	7,8	2	6,870	7,78	4	7,25
—	—	—	—	—	1	7,720	8,85	—	—
50,0	—	9,1	35,0	9,2	0	8,510	9,64	—	12,08
70,0	—	12,0	50,0	12,0	00	9,266	10,64	—	—
Примітка. Діаметри найбільших жорстких і гнучких провідників оснований на IEC 60228A, таблиця 1, і для AWG провідників — на ASTM B 172-71, ICEA S-19-81, ICEA S-66-524, ICEA S-68-516.									
^{a)} Номінальний діаметр плюс 5 %. ^{b)} Найбільший діаметр плюс 5 % для будь-якого з трьох класів I, K і M. ^{c)} Розміри класу 5 лише для гнучких провідників згідно з IEC 60228A.									

L.9.1 Випробувальні умови

Застосовують 9.1, за винятком того, що алюмінієві провідники, які треба приєднати, вибирають відповідно до таблиці L.5.

Таблиця L.5 — Площі поперечного перерізу (S) випробувальних алюмінієвих провідників, які відповідають номінальним силам струмів

S, мм ²	I _n , А
1,5	До 6 включно
2,5	Від 6 до 13 включно
4,0	» 13 » 20 »
6,0	» 20 » 25 »
10,0	» 25 » 32 »
16,0	» 32 » 50 »
25,0	» 50 » 63 »
35,0	» 63 » 80 »
50,0	» 80 » 100 »
70,0	» 100 » 125 »

L.9.2 Циклічне випробовування струмом

Цим випробуванням перевіряють стійкість гвинтового типу виводу порівнюванням температурної характеристики з тим самим еталонним провідником за прискореними умовами циклічної роботи.

Це випробовування виконують на відокремлених виводах.

L.9.2.1 Готування

Це випробовування треба виконати на чотирьох зразках, кожний складається з пари виводів, зібраних так, як передбачають застосовувати виводи на автоматичному вимикачі (див. приклади на рисунках від L.2 до L.6). Гвинтові типи виводів, які було вилучено з виробу, треба прикріпити до струмопровідних частин із тою самою площею поперечного перерізу, форми, металу та кінцем таким, на якому їх встановлено у виріб. Гвинтові типи виводів потрібно прикріплювати до струмопровідних частин тим самим способом (положення, крутильний момент тощо), як на виробі. Якщо один зразок відмовляє під час випробовування, то чотири інші зразки треба перевірити, та жодні інші відмови недопустимі.

L.9.2.2 Випробувальний механізм

Загальний механізм зразків має бути таким, як показано на рисунку L.1.

Дев'яносто відсотків від значення крутильного моменту, який установив виробник, чи, якщо не встановлено, то вибраного з таблиці 10, треба використовувати для випробування зразків.

Випробовування виконують із провідниками згідно з таблицею L.5. Довжина випробувального провідника від точки входу в зразки виводів гвинтового типу до компенсатора (див. L.3.3) має бути, як в таблиці L.6.

Таблиця L.6 — Довжина випробувального провідника

Площа поперечного перерізу, мм ²	Діаметр проволочки провідника AGW	Мінімальна довжина провідника, мм
Менше ніж 10,0 і включно	Менше ніж 8 і включно	200
Від 16,0 і до 25,0 включно	Від 6 до 3	300
» 35,0 » 70,0 »	» 2 » 00	460

Випробувальні провідники з'єднують послідовно з еталонним провідником тої самої площі поперечного перерізу.

Довжина еталонного провідника має бути приблизно як дві довжини випробувального провідника (щонайменше).

Кожний вільний кінець випробувального й еталонного провідника (провідників), не з'єднаного зі зразком гвинтового типу виводу, треба приварити чи припаяти до короткого відрізка компенсатора з того самого матеріалу, як провідник, і площею поперечного перерізу, не більшою ніж наведено в таблиці L.7. Усі жили провідника треба приварити чи припаяти, щоб зробити під'єднання до електричної мережі з компенсатором.

Для компенсатора можна застосовувати практичне знаряддя типу стиснення виводів без зв'язування, якщо прийнятне для виробника, і якщо забезпечено ті самі умови.

Таблиця L.7 — Компенсатор і розміри шини електроживлення

Діапазон сили вимірювального струму, А	Максимальна площа поперечного перерізу, мм ²	
	Al	Cu
0—50	45	45
51—125	105	85
126—225	185	155

Відстань між випробувальним і еталонним провідниками має бути принаймні 150 мм.

Випробуваний зразок треба підвісити горизонтально чи вертикально в повітрі, підтримуючи компенсатор або шину електроживлення непро-

відними опорними рамами, щоб не піддавати гвинтові типи виводів розтягувальному навантаженню. Теплові бар'єри треба встановлювати на половині відстані між провідниками, які мають виходити за межі гвинтових типів виводів на (75 ± 5) мм в ширину та на (150 ± 10) мм в довжину (див. рисунок L.1). Теплові бар'єри непотрібні, якщо зразки віддалені принаймні на 450 мм. Зразки треба розташовувати принаймні на 600 мм від підлоги, стіни чи стелі.

Випробувані зразки треба розташовувати в навколишньому середовищі суттєво вільному від вібрацій і протягів за температури між 20°C і 25°C . Під час випробовування максимально допустима зміна температури становить $\pm 1\text{ K}$, якщо межі діапазону не перевищено.

L.9.2.3 Вимірювання температури

Температуру вимірюють термопарою, застосовуючи дріт, що має площу поперечного перерізу не більше ніж $0,07\text{ мм}^2$ (приблизно 30 AWG)

Для гвинтових типів виводів термопару треба розташовувати на стороні входу провідника у виводи гвинтового типу, близько до контактного сполучення.

Для еталонного провідника термопару треба розташовувати на половині відстані між кінцями провідника та його ізоляцією.

Розташування термопар не повинно пошкоджувати гвинтовий тип виводу чи еталонний провідник.

Примітка 1. Просвердлювання маленького отвору та наступне закріплення термопари є прийнятним методом за умови, що це не впливає на роботу й узгоджено з виробником.

Навколишню температуру треба вимірювати двома термопарами так, щоб досягти середнього значення та стабільного зчитування біля кола перевірки без непомірного зовнішнього впливу. Термопари треба розташовувати на горизонтальній площині, що перетинає зразки, на мінімальній відстані 600 мм від них.

Примітка 2. Задовільний спосіб для досягання стабільного вимірювання є, наприклад, прикріплення термопари до непокритої металом мідної пластини приблизно $50\text{ мм} \times 50\text{ мм}$ товщиною від 6 мм до 10 мм.

L.9.2.4 Метод випробовування та критерії приймання

Примітка 1. Оцінення роботи ґрунтується і на межах перевищення температури гвинтових типів виводів, і на зміні температур під час випробовування.

Коло перевірки треба піддати дії 500 циклів, 1 год зі струмом і 1 год без струму, починаючи змінний струм зі значення, що дорівнює 1,12 від значення сили випробувального струму, зазначеного в таблиці L.8. Наприкінці кожного періоду зі струмом перших 24 циклів силу струму треба згодом відрегулювати, щоб підняти температуру еталонного провідника до 75°C .

Під час 25 циклу силу випробувального струму треба відрегулювати востаннє, і усталене значення температури треба зареєструвати як перший вимір. Не повинно бути жодного подальшого регулювання сили випробувального струму для решти випробування.

Температуру треба зареєструвати принаймні за один цикл кожного робочого дня та після приблизно 25, 50, 75, 100, 125, 175, 225, 275, 350, 425 і 500 циклів.

Температуру треба виміряти під час останніх 5 хв періоду зі струмом. Якщо кількість наборів випробуваних зразків чи швидкість системи збирання даних такі, що не всі вимірювання можна завершити протягом 5 хв, то період зі струмом треба продовжити за потреби, щоб закінчити всі вимірювання.

Після перших 25 циклів період зі струмом можна привести до періоду на 5 хв довшому, ніж час, необхідний для всіх наборів виводів для того, щоб охолонути до температури між температурою навколишнього середовища T_a і температурою $T_a + 5 \text{ K}$ під час періоду без струму. Можна застосовувати примусове охолодження повітрям, щоб зменшити час, якщо це прийнятно для виробника. У такому разі це треба застосовувати до всього кола перевірки, та кінцева температура примусового охолодження не буде нижче температури навколишнього повітря.

Коефіцієнт стабільності S_f для кожного з 11 вимірів температури потрібно визначати, віднімаючи середній відхил температури D від 11 значень відхилів температури d .

Відхил температури d для одинадцяти вимірів окремих температур отримано, віднімаючи температуру об'єднаного еталонного провідника від температури гвинтового типу виводу.

Примітка 2. Значення d є додатнім, якщо температура гвинтового типу виводу є вищою, ніж еталонного провідника, і від'ємною, якщо це нижче.

Для кожного гвинтового типу виводів

— підвищення температури не повинно перевищувати 110 K;

— коефіцієнт стабільності S_f не повинен перевищувати $\pm 10^\circ \text{C}$.

Приклад обчислювання для одного гвинтового типу виводу наведено в таблиці L.9.

Таблиця L.8 — Сила випробувального струму як функція номінальної сили струму

Метрична величина			AWG		
Номінальне значення сили струму I_n , А	Розмір алюмінієвого провідника, мм^2	Сила випробувального струму, А	Номінальне значення сили струму I_n , А	Розмір алюмінієвого провідника, мм^2	Сила випробувального струму, А
Від 0 до 15 включно	2,5	26	Від 0 до 15 включно	12	30
» 15 » 20 »	4,0	35	» 15 » 25 »	10	40
» 20 » 25 »	6,0	46	» 25 » 40 »	8	53
» 25 » 32 »	10,0	60	» 40 » 50 »	6	69
» 32 » 50 »	16,0	79	» 50 » 65 »	4	99
» 50 » 65 »	25,0	99	» 65 » 75 »	3	110
» 65 » 80 »	35,0	137	» 75 » 90 »	2	123
» 80 » 100 »	50,0	171	» 90 » 100 »	1	152
» 100 » 125 »	70,0	190	» 100 » 120 »	0	190

Таблиця L.9 — Приклад обчислювання для визначання середнього відхилу температури D

Вимірювання температури	Кількість циклів	Температура		Відхил температури $d = a - b$, К	Коефіцієнт стабільності $S_f = d - D$, К
		Гвинтовий тип виводу a , $^\circ\text{C}$	Еталонний провідник b , $^\circ\text{C}$		
1	25	79	78	1	0,18
2	50	80	77	3	2,18
3	75	78	78	0	-0,82
4	100	76	77	-1	-1,82
5	125	77	77	0	-0,82
6	175	78	77	1	0,18

Кінець таблиці L.9

Вимірювання температури	Кількість циклів	Температура		Відхил температури $d = a - b$, К	Коефіцієнт стабільності $S_f = d - D$, К
		Гвинтовий тип виводу a , °С	Еталонний провідник b , °С		
7	225	79	76	3	2,18
8	275	78	76	2	1,18
9	350	77	78	-1	-1,82
10	425	77	79	-2	-2,82
11	500	81	78	3	2,82

Середній відхил температури $D = \frac{\sum d}{\text{кількість вимірів}} = \frac{9}{11} = 0,82$.

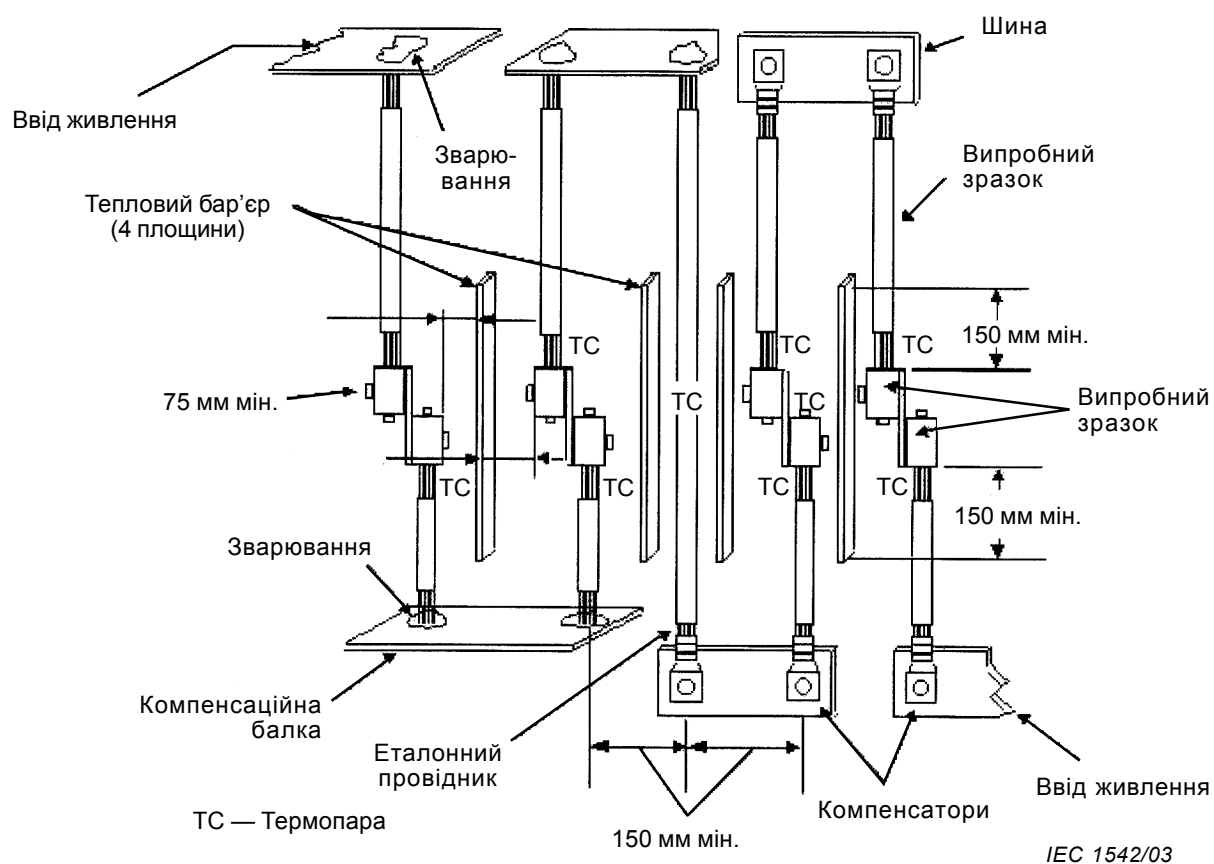
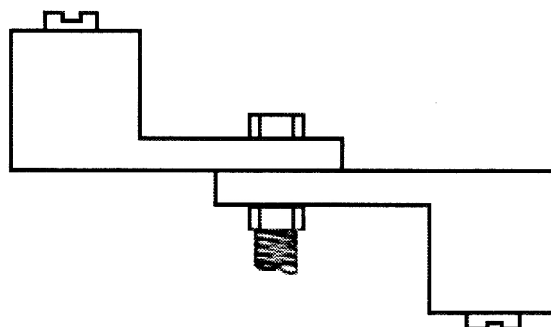


Рисунок L.1 — Загальний механізм випробування



Примітка. Струмопровідні частини можна скріплювати прогоничем, припаювати чи приварювати.

Рисунок L.2

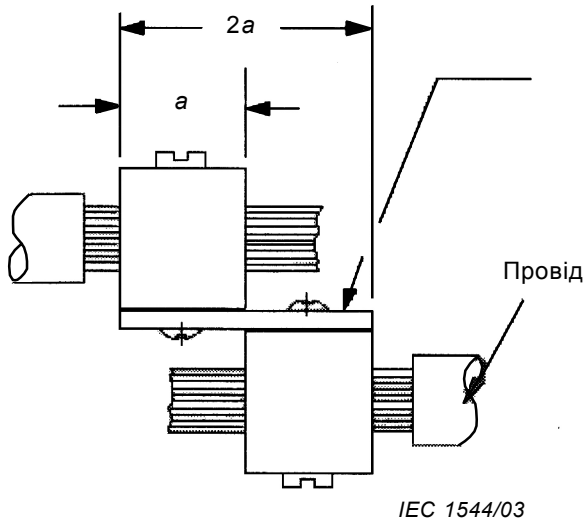


Рисунок L.3

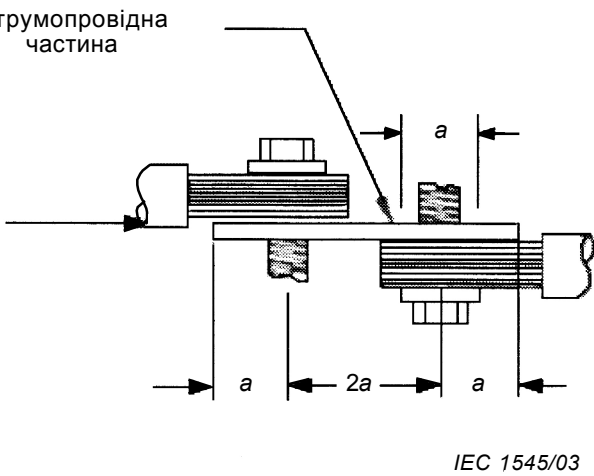


Рисунок L.4

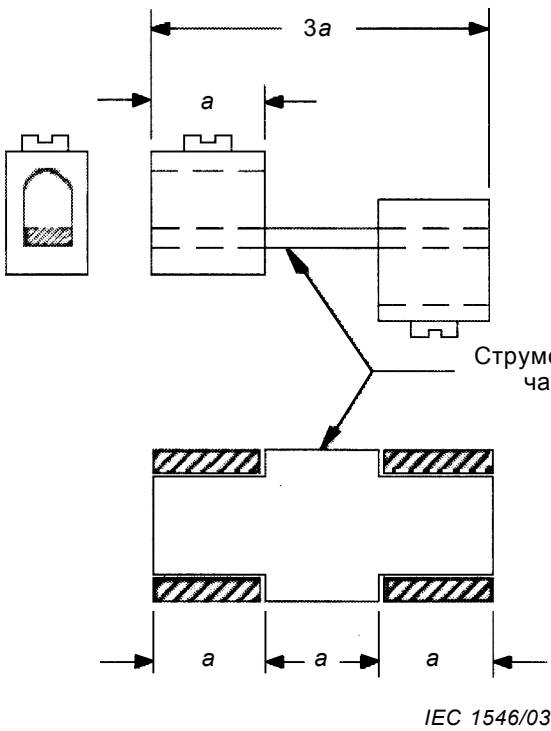


Рисунок L.5

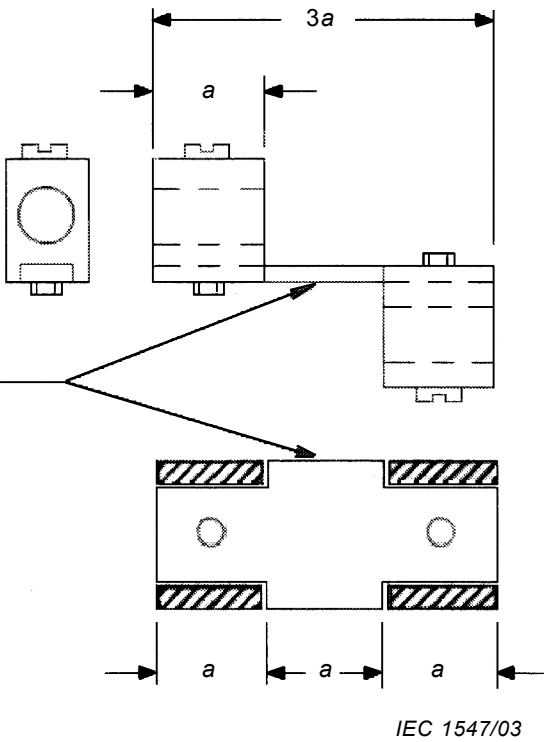


Рисунок L.6

БІБЛІОГРАФІЯ

IEC 60898-2:1996 Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations — Part 2: Circuit-breakers for a. c. and d. c. operation

IEC 61009-1:1996 Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBO's) — Part 1: General rules

IEC 61009-2-1:1991 Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar use (RCBO's) — Part 2-1: Applicability of the general rules to RCBO's functionally independent of line voltage

IEC 61009-2-2:1991 Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBO's) — Part 2-2: Applicability of the general rules to RCBO's functionally dependent of line voltage

ISO 2039-2:1987 Plastics — Determination of hardness — Part 2: Rockwell hardness.

ДОДАТОК НА
(довідковий)

ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ, ІДЕНТИЧНИХ МІЖНАРОДНИМ СТАНДАРТАМ, ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ Є В ЦЬОМУ СТАНДАРТІ

ДСТУ ІЕС 60227-1–2002 Кабелі із полівінілхлоридною ізоляцією напруги 450—750 В включно. Частина 1. Загальні вимоги (ІЕС 60227-1:1993, IDT)

ДСТУ ІЕС 60227-2:2005 Кабелі з полівінілхлоридною ізоляцією на номінальну напругу до 450/750 В включно. Частина 2. Методи випробування (ІЕС 60227-2:2003, IDT)

ДСТУ ІЕС 60227-3:2004 Кабелі з полівінілхлоридною ізоляцією на номінальну напругу до 450/750 В включно. Частина 3. Кабелі без оболонки для стаціонарної проводки (ІЕС 60227-3:1997, IDT)

ДСТУ ІЕС 60227-4:2004 Кабелі з полівінілхлоридною ізоляцією на номінальну напругу до 450/750 В включно. Частина 4. Кабелі в оболонці для стаціонарної проводки (ІЕС 60227-4:1992, IDT)

ДСТУ ІЕС 60227-5:2004 Кабелі з полівінілхлоридною ізоляцією на номінальну напругу до 450/750 В включно. Частина 5. Гнучкі кабелі (шнури) (ІЕС 60227-5:1997, IDT)

ДСТУ ІЕС 60227-6:2005 Кабелі з полівінілхлоридною ізоляцією на номінальну напругу до 450/750 В включно. Частина 6. Ліфтові кабелі і кабелі для гнучких з'єднань (ІЕС 60227-6:2001, IDT)

ДСТУ ІЕС 60227-7:2005 Кабелі з полівінілхлоридною ізоляцією на номінальну напругу до 450/750 В включно. Частина 7. Гнучкі кабелі двожильні та багатожильні екрановані і неекрановані (ІЕС 60227-7:2003, IDT)

ДСТУ ІЕС 60269-1–2001 Запобіжники плавкі низьковольтні. Частина 1. Загальні технічні вимоги (ІЕС 60269-1:1998, IDT)

ДСТУ ІЕС 60269-2–2001 Запобіжники плавкі низьковольтні. Частина 2. Додаткові вимоги до плавких запобіжників промислового призначення (ІЕС 60269-2:1995, IDT)

ДСТУ ІЕС 60269-3–2001 Запобіжники плавкі низьковольтні. Частина 3. Додаткові вимоги до плавких запобіжників, переважно для побутового призначення (ІЕС 60269-3:1995, IDT)

ДСТУ ІЕС 60898-2:2005 Вимикачі автоматичні для захисту від надструмів побутового та аналогічного устаткування. Частина 2. Вимикачі постійного та змінного струму (ІЕС 60898-2:2003, IDT)

Код УКНД 29.120.50

Ключові слова: автоматичні вимикачі постійного та змінного струму, випробовування, захист від надструмів, класифікація, однополюсні та двополюсні автоматичні вимикачі, характеристики.

Редактор **Г. Халімон**
Технічний редактор **О. Марченко**
Коректор **Т. Нагорна**
Верстальник **В. Перекрест**

Підписано до друку 25.03.2009. Формат 60×84 1/8.
Ум. друк. арк. 12,55. Зам. Ціна договірна.

Виконавець

Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр
проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»)
вул. Святошинська, 2, м. Київ, 03115

Свідоцтво про внесення видавця видавничої продукції до Державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції від 14.01.2006 р., серія ДК, № 1647