



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЗАПОБІЖНИКИ ПЛАВКІ НИЗЬКОВОЛЬТНІ

Частина 1. Загальні технічні вимоги
(IEC 60269-1:2006, IDT)

ДСТУ IEC 60269-1:2009

Видання офіційне

БЗ № 12-2009/1038



Київ
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ
2012

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Приватне підприємство «Електротехнік-стандарт»

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: Ю. Барахта (науковий керівник), Н. Борю,
Л. Селезньова

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Держспоживстандарту України від 3 грудня 2009 р. № 439 з 2011–07–01

3 Національний стандарт відповідає ІЕС 60269-1:2006 Low-voltage fuses — Part 1: General requirements (Низьковольтні плавкі запобіжники. Частина 1. Загальні технічні вимоги)

Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)
Переклад з англійської (en)

4 НА ЗАМІНУ ДСТУ ІЕС 60269-1–2001

Право власності на цей документ належить державі.
Відтворювати, тиражувати та розповсюджувати його повністю або частково
на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу заборонено.
Стосовно врегулювання прав власності треба звертатися до Держспоживстандарту України
Держспоживстандарт України, 2012

ЗМІСТ

	С.
Національний вступ	VII
1 Загальні положення	1
1.1 Сфера застосування та призначеність	1
1.2 Нормативні посилання	2
2 Терміни та визначення понять	3
2.1 Плавкі запобіжники та їхні складові частини	3
2.2 Загальні терміни	4
2.3 Параметри	5
3 Умови експлуатування	8
3.1 Температура навколишнього повітря (T_a)	8
3.2 Висота над рівнем моря	8
3.3 Атмосферні умови	8
3.4 Напруга	8
3.5 Сила струму	8
3.6 Частота, коефіцієнт потужності та стала часу	8
3.7 Умови встановлення	8
3.8 Категорія застосування	9
3.9 Селективність плавких вставок	9
4 Класифікація	9
5 Характеристики плавких запобіжників	9
5.1 Загальні характеристики	9
5.2 Номінальна напруга	9
5.3 Номінальний струм	10
5.4 Номінальна частота (див. 6.1 і 6.2)	10
5.5 Номінальні втрати потужності плавкої вставки та унормована допустима потужність розсіювання тримача плавкого запобіжника	10
5.6 Граничні значення часострумівих характеристик	10
5.7 Діапазон вимикання та вимикальна здатність	12
5.8 Характеристики струму вимикання та I^2t	12
6 Маркування	13
6.1 Маркування тримача плавкого запобіжника	13
6.2 Маркування плавких вставок	13

6.3 Марковальні позначки	13
7 Стандартні вимоги до конструкції	14
7.1 Механічне виконання	14
7.2 Ізоляційні властивості та придатність до відокремлення	14
7.3 Підвищення температури, втрати потужності плавкої вставки та допустима потужність розсіювання тримача плавкого запобіжника	15
7.4 Спрацьовування	16
7.5 Вимикальна здатність	16
7.6 Характеристика струму вимикання	17
7.7 Характеристики I^2t	17
7.8 Селективність плавких вставок за надструму	17
7.9 Захист проти ураження електричним струмом	17
7.10 Теплостійкість	19
7.11 Механічна міцність	19
7.12 Корозієстійкість	19
7.13 Стійкість до аномального нагрівання та вогню	19
7.14 Електромагнітна сумісність	19
8 Випробовування	20
8.1 Загальні положення	20
8.2 Перевіряння ізоляційних властивостей та придатності до відокремлення	24
8.3 Перевіряння підвищення температури та втрат потужності	26
8.4 Перевіряння спрацьовування	28
8.5 Перевіряння на вимикальну здатність	31
8.6 Перевіряння характеристик струму вимикання	35
8.7 Перевіряння характеристик I^2t і селективності за надструму	35
8.8 Перевіряння ступеня захисту корпусу	36
8.9 Перевіряння теплостійкості	36
8.10 Перевіряння цілісності контактів	36
8.11 Механічні та інші випробовування	36
Додаток А Вимірювання коефіцієнта потужності за короткого замикання	45
Додаток В Обчислювання значень переддугового I^2t для плавких вставок «gG», «gM», «gD» і «gN» й обчислювання значень I^2t спрацьовування за зниженої напруги	46
Додаток С Обчислювання часострумової характеристики вимикання	47

Додаток D Вплив зміни температури навколишнього повітря та довкілля на характеристики плавких вставок	50
Бібліографія	50
Додаток HA Перелік національних стандартів України та міждержавних стандартів, розроблених на основі міжнародних нормативних документів, посилання на які є в цьому стандарті	51
Рисунок 1 Діаграма, що зазначає спосіб перевіряння часострумівих характеристик із застосуванням результатів випробування за «розкиду» струмів (приклад)	39
Рисунок 2 Крива переваги та часо-струмова характеристика для плавких вставок «а»	40
Рисунок 3 Часострумова зона для плавких запобіжників «аМ»	40
Рисунок 4 Загальне зображення характеристик вимикання для серії плавких вставок змінного струму	41
Рисунок 5 Типова схема кола, застосовуваного для випробовування на вимикальну здатність (див. 8.5)	41
Рисунок 6 Витлумачення осцилограм, одержаних під час випробовування на вимикальну здатність за змінного струму (див. 8.5.7)	42
Рисунок 7 Витлумачення осцилограм, одержаних під час випробовування на вимикальну здатність за постійного струму (див. 8.5.7)	43
Рисунок 8 Дріт розжарювання та розміщення термомпари	44
Рисунок 9 Випробувальний пристрій (приклад)	44
Рисунок А.1 Визначення імпедансу кола для обчислювання коефіцієнта потужності за методом I	46
Рисунок С.1 Характеристика сили струму вимикання як функція фактичного переддугового часу	49
Таблиця 1 Стандартні значення номінальних напруг змінного струму для плавких запобіжників	9
Таблиця 2 Значення умовного часу й умовної сили струму для плавких вставок «gG» і «gM»	11
Таблиця 3 Розкид для плавких вставок «gG» і «gM» за встановленого переддугового часу	11
Таблиця 4 Розкид для плавких вставок «аМ» (усі значення номінальної сили струму)	12
Таблиця 5 Норми підвищення температури $\Delta T = (T - T_a)$ для контактів і виводів	15
Таблиця 6 Максимальна напруга дуги	16
Таблиця 7 Значення переддугового I^2t за 0,01 с для плавких вставок «gG» і «gM»	17
Таблиця 8 Номінальна імпульсна витримувана напруга	18
Таблиця 9 Мінімальні ізоляційні проміжки в повітрі	18
Таблиця 10 Мінімальні шляхи струму спливу	18

Таблиця 11 Повний обсяг випробовування плавких вставок і кількість плавких вставок, що перевіряють ..	21
Таблиця 12 Обсяг випробовування плавких вставок з однорідної серії, що мають найменше значення номінальної сили струму, та кількість плавких вставок, що перевіряють ..	22
Таблиця 13 Обсяг випробовування плавких вставок з однорідної серії, що мають номінальну силу струму між найбільшим і найменшим значеннями, та кількість плавких вставок, що перевіряють ..	23
Таблиця 14 Повний обсяг випробовування тримачів плавких запобіжників і кількість тримачів, що перевіряють ..	24
Таблиця 15 Випробувальна напруга ..	25
Таблиця 16 Випробувальна напруга між полюсами для перевіряння придатності до відокремлення ..	26
Таблиця 17 Площа поперечного перерізу мідних провідників для випробовування відповідно до 8.3 і 8.4 ..	27
Таблиця 18 Площа поперечного перерізу мідних провідників для випробовування плавких запобіжників «аМ» ..	29
Таблиця 19 Таблиця для випробовування за 8.4.3.5 ..	30
Таблиця 20 Значення для випробовування запобіжників змінного струму на вимикальну здатність ..	32
Таблиця 21 Значення для випробовування запобіжників постійного струму на вимикальну здатність ..	32

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад ІЕС 60269-1:2006 Low-voltage fuses — Part 1: General requirements (Низьковольтні плавкі запобіжники. Частина 1. Загальні технічні вимоги).

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт, — ТК 31 «Силові перетворювачі».

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

— структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмова», «Зміст», «Національний вступ», першу сторінку, «Терміни та визначення понять» і «Бібліографічні дані» — оформлено відповідно до вимог національної стандартизації;

— вилучено попередній довідковий матеріал міжнародного стандарту, що безпосередньо не стосується теми цього стандарту;

— вилучено коментарі до таблиць і рисунків як такі, що не стосуються теми цього стандарту;

— слова «Ця частина ІЕС 60269» замінено на «Цей стандарт»;

— у підрозділі 1.2 та «Бібліографії» наведено «Національне пояснення», виділене в тексті рамкою, у якому зазначено назви міжнародних стандартів українською мовою;

— у формулах замість « \arctan » записано « \arctg »;

— на рисунках замість позначки натурального логарифма «log» наведено позначку десятинного логарифма «lg»;

— температуру в Кельвінах замінено на температуру в градусах Цельсія як загальноприйняту в Україні;

— долучено національний довідковий додаток НА, зважаючи на інтереси користувачів.

У цьому стандарті є посилання на ІЕС 60127, ІЕС 60269-2, ІЕС 60269-3, ІЕС 60269-4, ІЕС 60529:1989 та ІЕС 60584-1:1995, прийняті в Україні як національні стандарти. Їхній перелік наведено в національному додатку НА.

Решту стандартів, на які є посилання в цьому стандарті, не прийнято в Україні як національні стандарти і чинних нормативних документів замість них немає.

Копії нормативних документів, на які є посилання в цьому стандарті, можна замовити в Головному фонді нормативних документів.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЗАПОБІЖНИКИ ПЛАВКІ НИЗЬКОВОЛЬТНІ

Частина 1. Загальні технічні вимоги

ПРЕДОХРАНИТЕЛИ ПЛАВКИЕ НИЗКОВОЛЬТНЫЕ

Часть 1. Общие технические требования

LOW-VOLTAGE FUSES

Part 1. General requirements

Чинний від 2011-07-01

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**1.1 Сфера застосування та призначеність**

Цей стандарт застосовують до плавких запобіжників, що містять струмообмежувальні плавкі вставки з номінальною вимикальною здатністю не менше ніж 6 кА, призначених для захисту кіл змінного струму промислової частоти з номінальними напругами, що не перевищують 1 000 В, або кіл постійного струму з номінальними напругами, що не перевищують 1 500 В.

У наступних частинах цього стандарту, наведених у цьому стандарті, встановлено додаткові вимоги до таких запобіжників, призначених для спеціальних умов експлуатування чи спеціальних застосувань.

Плавкі вставки, призначені для сполучення запобіжник-вимикач згідно з ІЕС 60947-3, також мають відповідати наведеним нижче вимогам.

Примітка 1. Конкретні робочі характеристики плавких вставок типу «а» (див. 2.2.4) для кіл постійного струму треба узгоджувати між користувачем та виробником.

Примітка 2. Зміни та доповнення до цього стандарту, необхідні для окремих типів плавких запобіжників спеціального застосування, наприклад певні плавкі запобіжники для рухомого складу чи плавкі запобіжники для високочастотних кіл, буде охоплено за потреби окремими стандартами.

Примітка 3. Цей стандарт не застосовують до мініатюрних плавких запобіжників, на які поширюється ІЕС 60127.

Цей стандарт встановлює характеристики плавких запобіжників або їхніх частин (основа плавкого запобіжника, тримач плавкого запобіжника, плавка вставка) так, щоб їх можна було замінити іншими плавкими запобіжниками або частинами запобіжника з такими самими характеристиками за умови, що вони є взаємозамінними за габаритними розмірами. Зокрема цей стандарт встановлює:

- наведені нижче характеристики плавких запобіжників:
 - номінальні значення;
 - ізоляцію;
 - підвищення температури за звичайного експлуатування;
 - втрати потужності та допустиму потужність розсіювання;
 - часострумкові характеристики;
 - вимикальну здатність;
 - характеристики струму вимикання та характеристики I^2t ;
- випробовування типу для перевіряння характеристик плавких запобіжників;
- маркування плавких запобіжників.

1.2 Нормативні посилання

Наведені нижче нормативні документи є обов'язковими для застосування цього стандарту. У разі датованих посилань застосовують тільки наведені видання. У разі недатованих посилань треба користуватися останнім виданням нормативних документів (разом зі змінами).

IEC 60038:1983 IEC standard voltages

IEC 60050(441):1984 International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses. Amendment 1 (2000)

IEC 60269-2 Low-voltage fuses — Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) — Examples of standardized systems of fuses A to I

IEC 60269-3 Low-voltage fuses — Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household or similar application) — Examples of standardized systems of fuses A to F

IEC 60269-4 Low-voltage fuses — Part 4: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of semiconductor devices

IEC 60269-5 Low-voltage fuses — Part 5: Guidance for the application of low-voltage fuses

IEC 60364-3:1993 Electrical installations of buildings — Part 3: Assessment of general characteristics

IEC 60364-5-52:2001 Electrical installations of buildings — Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment — Wiring system

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

IEC 60584-1:1995 Thermocouples — Part 1: Reference tables

IEC 60617 Graphical symbols for diagrams

IEC 60664-1:2002 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems — Part 1: Principles, requirements and tests

IEC 60695-2-1/0:1994 Fire hazard testing — Part 2: Test methods — Section 1/sheet 0: Glow-wire test methods — General

IEC 60695-2-1/1:1994 Fire hazard testing — Part 2: Test methods — Section 1/sheet 1: Glow-wire end-product test and guidance

IEC 60695-2-1/2:1994 Fire hazard testing — Part 2: Test methods — Section 1/sheet 2: Glow-wire flammability test on materials

IEC 60695-2-1/3:1994 Fire hazard testing — Part 2: Test methods — Section 1/sheet 3: Glow-wire ignitability test on materials

ISO 3:1973 Preferred numbers — Series of preferred numbers

ISO 478:1974 Paper — Untrimmed stock sizes for the ISO-A series — ISO primary range

ISO 593:1974 Paper — Untrimmed stock size for the ISO-A series — ISO supplementary range

ISO 4046:1978 Paper, board, pulp and related terms — Vocabulary — Bilingual edition.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

IEC 60038:1983 Стандартні напруги ІЕС

IEC 60050(441):1984 Міжнародний Електротехнічний Словник. Частина 441. Комутаційна апаратура, апаратура керування та плавкі запобіжники. Зміна 1 (2000)

IEC 60269-2 Низьковольтні плавкі запобіжники. Частина 2. Додаткові вимоги до плавких запобіжників, що їх експлуатує проатестований персонал (плавкі запобіжники переважно для промислового застосування). Приклади застандартизованих систем плавких запобіжників від А до І

IEC 60269-3 Низьковольтні плавкі запобіжники. Частина 3. Додаткові вимоги до плавких запобіжників, що їх експлуатує некваліфікований персонал (плавкі запобіжники переважно для побутового та подібного застосування). Приклади застандартизованих систем плавких запобіжників від А до F

IEC 60269-4 Низьковольтні плавкі запобіжники. Частина 4. Додаткові вимоги до плавких вставок для захисту напівпровідникових приладів

IEC 60269-5 Низьковольтні плавкі запобіжники. Частина 5. Настанови щодо застосування низьковольтних плавких запобіжників

IEC 60364-3:1993 Електроустановки будівель та споруд. Частина 3. Оцінювання загальних характеристик

ІЕС 60364-5-52:2001 Електроустановлення будівель та споруд. Частина 5-52. Вибір і встановлення електроапаратури. Система електропроводки
 ІЕС 60529:1989 Ступені захисту, забезпечувані оболонками (код ІР)
 ІЕС 60584-1:1995 Термопари. Частина 1. Довідкові таблиці
 ІЕС 60617 Графічні позначки для схем
 ІЕС 60664-1:2002 Узгодженість ізоляції для устаткування в межах низьковольтних систем. Частина 1. Принципи, вимоги та випробовування
 ІЕС 60695-2-1/0:1994 Випробовування на пожежну небезпеку. Частина 2. Методи випробовування. Розділ 1/0. Методи випробовування розжареним дротом. Загальні положення
 ІЕС 60695-2-1/1:1994 Випробовування на пожежну небезпеку. Частина 2. Методи випробовування. Розділ 1/1. Випробовування розжареним дротом готового виробу та настанови
 ІЕС 60695-2-1/2:1994 Випробовування на пожежну небезпеку. Частина 2. Методи випробовування. Розділ 1/2. Випробовування розжареним дротом вогнебезпечності матеріалів
 ІЕС 60695-2-1/3:1994 Випробовування на пожежну небезпеку. Частина 2. Методи випробовування. Розділ 1/3. Випробовування розжареним дротом займистості матеріалів
 ІСО 3:1973 Переважні числа. Ряди переважних чисел
 ІСО 478:1974 Папір. Розміри необроблених пачок паперу для серії ІСО-А. Основні формати ІСО
 ІСО 593:1974 Папір. Розміри необроблених пачок паперу для серії ІСО-А. Додаткові формати ІСО
 ІСО 4046:1978 Папір, картон, целюлоза та пов'язані терміни. Словник. Двомовне видання.

2 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Примітка. Загальні визначення понять щодо плавких запобіжників також наведено в ІЕС 60050-441.

У цьому стандарті вжито такі терміни та визначення позначених ними понять.

2.1 Плавкі запобіжники та їхні складові частини

2.1.1 (плавкий) запобіжник (*fuse*)

Пристрій, який розплавленням одного чи кількох спеціально розроблених і підібраних елементів розриває коло, у яке його встановлено, вимикаючи струм, якщо він перевищує встановлене значення протягом достатнього часу. Плавкий запобіжник містить усі частини, які формують комплектний пристрій [ІЕВ 441-18-01]

2.1.2 тримач плавкого запобіжника (*fuse-holder*)

Сполучення основи плавкого запобіжника з тримачем плавкої вставки.

Примітка. Якщо немає потреби в чіткішому розпізнаванні, то в цьому стандарті застосовують термін «тримач плавкого запобіжника», який охоплює основу плавкого запобіжника та/чи тримач плавких вставок

[ІЕВ 441-18-14]

2.1.2.1 основа плавкого запобіжника (*fuse-base (fuse-mount)*)

Закріплена частина плавкого запобіжника, забезпечена контактами та виводами [ІЕВ 441-18-02].

Примітка. Якщо застосовують кожухи, то їх вважають частиною основи плавкого запобіжника

2.1.2.2 тримач плавкої вставки (*fuse-carrier*)

Знімна частина плавкого запобіжника, призначена для утримання плавкої вставки [ІЕВ 441-18-13]

2.1.3 плавка вставка (*fuse-link*)

Частина запобіжника, що містить плавкий(-і) елемент(и), який(-і) можна замінити після спрацьовування запобіжника [ІЕВ 441-18-09]

2.1.4 контакт запобіжника (*fuse-contact*)

Дві чи кілька струмовідних частин, призначених для забезпечення неперервності кола між плавкою вставкою та відповідним тримачем плавкого запобіжника

2.1.5 плавкий елемент (запобіжника) (*fuse-element*)

Частина плавкої вставки, призначена для розплавлення під дією струму, що перевищує деяке встановлене значення протягом установленого періоду часу [ІЕВ 441-18-08].

Примітка. Плавка вставка може містити кілька плавких елементів, з'єднаних паралельно

2.1.6 індикаторний пристрій; індикатор (*indicating device (indicator)*)

Частина плавкого запобіжника, призначена для показу його спрацьовування [ІЕВ 441-18-17]

2.1.7 бійчик (striker)

Механічний пристрій у конструкції плавкої вставки, який після спрацьовування запобіжника звільняє енергію, необхідну для спричинювання спрацьовування іншої апаратури чи індикаторів або для забезпечення блокування [IEV 441-18-18]

2.1.8 вивід (terminal)

Струмopровідна частина плавкого запобіжника, яка забезпечує електричне під'єднання до зовнішніх кіл.

Примітка. Виводи можна розрізнати згідно з типом кіл, для яких їх призначено (наприклад головний вивід, вивід уземлення тощо), а також згідно з їхньою конструкцією (наприклад гвинтовий вивід, штепсельний вивід тощо)

2.1.9 макет плавкої вставки (dummy fuse-link)

Випробувальна плавка вставка з визначеними втратами потужності та габаритними розмірами

2.1.10 випробувальний стенд (test rig)

Еталонна основа плавкого запобіжника встановленого зразка

2.1.11 калібрувальна частина (gauge-piece)

Додаткова частина основи плавкого запобіжника, призначена для досягнення відповідного ступеня невзаємозамінності

2.2 Загальні терміни**2.2.1 закрита плавка вставка (enclose fuse-link)**

Плавка вставка, у якій плавкий(-і) елемент(и) повністю закрито так, щоб протягом спрацьовування в межах її номінальних характеристик не виникало жодних небезпечних зовнішніх дій, наприклад через розвиток дуги, виділення газу, викиду полум'я чи металевих часток [IEV 441-18-12]

2.2.2 струмообмежувальна плавка вставка (current-limiting fuse-link)

Плавка вставка, спрацьовування якої в зазначеному діапазоні струму обмежує силу струму до суттєво нижчого значення, ніж максимальне значення очікуваної сили струму [IEV 441-18-10]

2.2.3 плавка вставка «g» («g» fuse-link)

(Плавка вставка з вимикальною здатністю в повному діапазоні, раніше їх називали плавкими вставками загальної призначеності).

Струмообмежувальна плавка вставка, здатна вимикати за встановлених умов усі струми, які спричинюють розплавлення плавкого елемента, аж до її номінальної вимикальної здатності

2.2.4 плавка вставка «a» («a» fuse-link)

(Плавка вставка з вимикальною здатністю в неповному діапазоні, раніше їх називали резервними плавкими вставками).

Струмообмежувальна плавка вставка, здатна вимикати за встановлених умов усі струми в межах між мінімальною силою струму, зазначеною на її часо-струмовій характеристиці ($k_2 I_n$ на рисунку 2), та її номінальною вимикальною здатністю.

Примітка. Плавкі вставки «a» зазвичай застосовують для забезпечення захисту від короткого замикання. Якщо потрібен захист від надструмів менших, ніж $k_2 I_n$ на рисунку 2, то їх застосовують, поєднуючи з іншим відповідним комутаційним пристроєм, спроектованим для переривання таких незначних надструмів

2.2.5 Температура**2.2.5.1 температура навколишнього повітря T_a (ambient air temperature)**

Температура повітря, що оточує запобіжник (на відстані близько 1 м від запобіжника чи його корпусу, за наявності)

2.2.5.2 температура навколишньої рідини T_e (fluid environment temperature)

Температура рідини, що охолоджує складові частини запобіжника (контакти, виводи тощо). Цей показник складається з температури навколишнього повітря T_a і підвищення температури ΔT_e внутрішньої рідини щодо температури навколишнього середовища, яка контактує зі складовими частинами (контактами, виводами тощо) запобіжника, якщо їх розміщено в корпусі. За відсутності норм вважають, що T_e дорівнює T_a

2.2.5.3 температура складової частини запобіжника T (fuse-component temperature)

Температура T відповідної складової частини запобіжника (контакту, виводу тощо)

2.2.6 селективність за надструму (overcurrent discrimination)

Узгодженість відповідних характеристик двох або кількох захисних пристроїв від надструму, яка надає змогу в разі виникнення надструму в установленому діапазоні спрацьовувати запобіжнику, призначеному для роботи в цьому діапазоні, тоді як інший(-і) запобіжник(и) не спрацьовує(-ють)

2.2.7 система плавких запобіжників (fuse system)

Сукупність запобіжників, створених за однаковим фізичним і конструктивним принципом щодо форми плавких вставок, типу контакту тощо

2.2.8 типорозмір (size)

Установлений набір габаритних розмірів запобіжників у межах системи плавких запобіжників. Кожен окремий типорозмір охоплює встановлений діапазон номінальних значень сили струму, для якого визначені габаритні розміри запобіжників залишаються незмінними

2.2.9 однорідна серія плавких вставок (homogeneous series of fuse-link)

Серія плавких вставок у межах заданого типорозміру, які відрізняються одна від одної тільки характеристиками конкретного випробовування. Результати випробування одної чи кількох окремих плавких вставок цієї серії можна поширювати на всі плавкі вставки однорідних серій.

Примітка. Характеристики, за якими плавкі вставки з однорідної серії можуть відрізнятися, та вимоги, на відповідність яким плавкі вставки має бути перевірено, встановлено відповідно до їхнього випробовування (див. таблиці 12 і 13)

[IEV 441-18-34, змінений]

2.2.10 категорія застосування (плавкої вставки) (utilization category (of a fuse-link))

Сукупність установлених вимог щодо режимів, у яких плавка вставка виконує свої функції, вибрана для відображення характерних груп практичних застосувань (див. 5.7.1)

2.2.11 запобіжники для експлуатування проатестованим персоналом (fuses for use by authorized persons)

(Раніше їх називали запобіжниками для промислового застосування).

Запобіжники, призначені для застосування в устаткованні, у якому плавкі вставки доступні для замінювання тільки проатестованому персоналу.

Примітка 1. Невзаємозамінність та захист від випадкового контакту зі струмовідними частинами необов'язково забезпечувати конструктивними засобами.

Примітка 2. Під проатестованим персоналом розуміють людину, визначену категоріями ВА 4 «досвідчений»¹⁾ та ВА 5 «кваліфікований»²⁾ згідно з ІЕС 60364-3

2.2.12 запобіжники для експлуатування некваліфікованим персоналом (fuses for use by unskilled persons)

(Раніше їх називали запобіжниками для побутового та подібного застосування).

Запобіжники, призначені для застосування в устаткованні, у якому плавкі вставки доступні та їх можуть замінювати некваліфіковані особи.

Примітка. Для цих запобіжників рекомендовано захист від безпосереднього контакту зі струмовідними частинами та може бути необхідною невзаємозамінність, за потреби

2.2.13 невзаємозамінність (non-interchangeability)

Обмеження за формою та/чи розмірами для запобігання помилковому застосуванню у певній основі плавкого запобіжника плавких вставок, які мають електричні характеристики, відмінні від тих, що забезпечують установлений ступінь захисту [IEV 441-18-33]

2.3 Параметри**2.3.1 номінальне значення (rating)**

Загальний термін, застосовуваний для визначення характерних значень, які разом визначають робочі умови, на яких базовано випробовування та для яких устаткування спроектовано [IEV 441-18-36].

Примітка. Номінальними значеннями, зазвичай встановлюваними для низьковольтних запобіжників, є напруга, сила струму, вимикальна здатність, втрати потужності, допустима потужність розсіювання та частота, якщо застосовно. У разі змінного струму номінальну напругу та номінальну силу струму встановлюють як дійові симетричні значення; у разі постійного струму, за наявності пульсацій, номінальну напругу встановлюють як середнє значення, а номінальну силу струму — як дійове значення. Наведене вище застосовують до будь-якого значення напруги та сили струму, якщо не зазначено іншого

2.3.2 очікуваний струм (кола та стосовно плавкого запобіжника) (prospective current (of a circuit and with respect to a fuse))

Значення сили струму, який протікав би в колі, якщо б кожний полюс запобіжника було замінено провідником із незначним імпедансом.

Для змінного струму очікуваний струм виражають як дійове значення складника змінного струму.

¹⁾ Досвідчений — це персонал, добре навчений або такий, що перебуває під наглядом кваліфікованого персоналу, що надає змогу уникати небезпек, які може спричинювати електрика (експлуатувальний та обслуговувальний персонал)

²⁾ Кваліфікований — це персонал, технічно обізнаний або з достатнім досвідом, що надає змогу уникати небезпек, які може спричинювати електрика (інженери й техніки).

Примітка. Значення сили очікуваного струму — це величина, відносно якої зазвичай розглядають вимикальну здатність і характеристики плавкого запобіжника, наприклад характеристики I^2t та струму вимикання (див. 8.5.7)

[IEV 441-17-01, змінений]

2.3.3 розкид (*gates*)

Обмежувальні значення, між якими містяться характеристики, наприклад часоструміві

2.3.4 вимикальна здатність запобіжника (*breaking capacity of a fuse*)

Значення очікуваної сили струму, який плавкий запобіжник здатен відімкнути за встановленої напруги у визначених умовах застосування та режиму роботи [IEV 441-17-08, змінений]

2.3.5 діапазон вимикання (*breaking range*)

Діапазон вимикання — це діапазон значень очікуваної сили струму, у межах якого забезпечено вимикальну здатність плавкої вставки

2.3.6 струм вимикання (*cut-off current*)

Максимальне миттєве значення сили струму, досягнуте під час операції розімкнення плавкої вставки, яка відбувається так, що запобігає струму досягти максимального значення, можливого в іншому разі

2.3.7 характеристика струму вимикання (*cut-off current characteristic; let-through current characteristic*)

Крива, що показує залежність сили струму вимикання від очікуваної сили струму за визначених умов роботи.

Примітка. У разі змінного струму значення сили струму вимикання — це максимальні значення, які може бути досягнуто за будь-якого ступеня асиметрії. У разі постійного струму значення сили струмів вимикання — це максимальні значення, досягнуті за встановлених сталих часу

[IEV 441-17-14]

2.3.8 максимальна витримувана сила струму (тримача плавкого запобіжника) (*peak withstand current (of a fuse-holder)*)

Значення сили струму вимикання, яке може витримувати тримач плавкого запобіжника.

Примітка. Максимальне значення витримуваної сили струму не менше, ніж максимальне значення сили струму вимикання будь-якої плавкої вставки, для якої тримач запобіжника призначено

2.3.9 переддуговий час; час плавлення (*pre-arcing time; melting time*)

Проміжок часу між початком проходження струму, достатньо великого для руйнування плавкого(-их) елементу(-ів), і моментом виникнення дуги [IEV 441-18-21]

2.3.10 час горіння дуги запобіжника (*arcing time of a fuse*)

Проміжок часу між моментом виникнення дуги в запобіжнику та моментом згасання дуги в цьому запобіжнику [IEV 441-17-37, змінений]

2.3.11 час спрацьовування (*operating time; total clearing time*)

Сума переддугового часу та часу горіння дуги [IEV 441-18-22]

2.3.12 I^2t ; інтеграл Джоуля (I^2t ; *Joule integral*)

Інтеграл від квадрата сили струму за визначений проміжок часу:

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

Примітка 1. Переддуговий I^2t — це інтеграл від I^2t за переддуговий час плавкого запобіжника.

Примітка 2. I^2t спрацьовування — це інтеграл від I^2t за час спрацьовування плавкого запобіжника.

Примітка 3. Енергія в джоулях, виділена опором в 1 Ом у колі, захищеному запобіжником, дорівнює значенню I^2t спрацьовування, що виражають в амперах у квадраті на секунду (A^2s)

[IEV 441-18-23]

2.3.13 характеристика I^2t (I^2t characteristic)

Крива, що показує залежність значення I^2t (переддугового I^2t і/або I^2t спрацьовування) від значення очікуваної сили струму за встановлених умов роботи

2.3.14 зона I^2t (I^2t zone)

Діапазон, обмежений мінімальним значенням переддугового I^2t і максимальним значенням I^2t спрацьовування, за встановлених умов

2.3.15 номінальний струм плавкої вставки I_n (rated current of a fuse-link)

Значення сили струму, який плавка вставка може тривало проводити за встановлених умов без пошкодження

2.3.16 часострумova характеристика (time-current characteristic)

Крива, що показує залежність часу, наприклад переддугового часу або часу спрацьовування, від значення очікуваної сили струму за встановлених умов спрацьовування [IEV 441-17-13].

Примітка. Якщо час перевищує 0,1 с, то для практичних цілей різницею між переддуговим часом і часом спрацьовування нехтують

2.3.17 часострумova зона (time-current zone)

Зона, обмежена мінімальною переддуговою часострумova характеристикою та максимальною часострумova характеристикою спрацьовування, за встановлених умов

2.3.18 умовний струм неплавлення I_{nf} (conventional non-fusing current)

Установлене значення сили струму, яке плавка вставка здатна витримати протягом визначеного часу (умовного часу) без плавлення [IEV 441-18-27]

2.3.19 умовний струм плавлення I_f (conventional fusing current)

Установлене значення сили струму, яке спричинює спрацьовування плавкої вставки протягом визначеного часу (умовного часу) [IEV 441-18-28]

2.3.20 крива перевантаги плавкої вставки «а» (overload curve of «a» fuse-link)

Крива, що показує час, протягом якого плавка вставка «а» здатна проводити струм без пошкодження (див. 8.4.3.4 і рисунок 2)

2.3.21 втрати потужності (у плавкій вставці) (power dissipation (in a fuse-link))

Потужність, що виділяється плавкою вставкою, у якій протікає встановлений електричний струм за визначених умов застосування та режиму роботи.

Примітка. Визначені умови застосування та режим роботи зазвичай охоплюють сталі дійові значення електричного струму після досягнення усталеної температури

[IEV 441-18-38, змінений]

2.3.22 допустима потужність розсіювання (основи чи тримача плавкого запобіжника) (acceptable power dissipation (of a fuse-base or a fuse-holder))

Установлене значення втрат потужності в плавкій вставці, яку основа чи тримач плавкого запобіжника можуть витримувати за визначених умов застосування та режиму роботи [IEV 441-18-39]

2.3.23 відновна напруга (recovery voltage)

Напруга, яка виникає на виводах або полюсах плавкого запобіжника після переривання струму.

Примітка. Цю напругу можна розглядати у двох послідовних проміжках часу: першому, протягом якого є перехідна напруга (див. 2.3.23.1), і другому, протягом якого є тільки відновна напруга промислової частоти чи відновна напруга постійного струму (див. 2.3.23.2)

[IEV 441-17-25, змінений]

2.3.23.1 перехідна відновна напруга; ПВН (transient recovery voltage; abbreviation TRV)

Відновна напруга протягом часу, коли вона має переважно перехідний характер.

Примітка 1. Перехідна відновна напруга може бути коливальною чи неколивальною, або їхнім поєднанням, залежно від характеристик кола та плавкого запобіжника. Вона охоплює зсув напруги нейтралі багатофазного кола.

Примітка 2. У трифазних колах, за відсутності інших настанов, перехідною відновною напругою вважають таку, що виникає на першому вимкненому полюсі, тому що ця напруга зазвичай вища, ніж та, що виникає на кожному з інших двох полюсів

[IEV 441-17-26]

2.3.23.2 відновна напруга промислової частоти чи відновна напруга постійного струму (power-frequency or d.c. recovery voltage)

Відновна напруга після затухання явищ перехідної напруги [IEV 441-17-27, змінений].

Примітка. Відновну напругу промислової частоти чи відновну напругу постійного струму можна визначати як відсоток від номінальної напруги

2.3.24 напруга дуги запобіжника (arc voltage of a fuse)

Миттєве значення напруги, яка виникає на виводах плавкого запобіжника протягом часу горіння дуги [IEV 441-18-30]

2.3.25 ізоляційний проміжок (для запобіжника) (*isolation distance (for a fuse)*)

Найкоротша відстань між контактами основи плавкого запобіжника чи будь-якими струмопровідними частинами, підімкненими до них, виміряна на запобіжнику з видаленою плавкою вставкою чи тримачем плавкого запобіжника [IEV 441-18-06].

3 УМОВИ ЕКСПЛУАТУВАННЯ

За експлуатування в наведених нижче умовах запобіжника, на які поширюється цей стандарт, вважають здатними забезпечити задовільну роботу без додаткового перевіряння. За цих умов також виконують випробовування, окрім випробовувань, для яких інші умови наведено в розділі 8.

3.1 Температура навколишнього повітря T_a

Температура навколишнього повітря T_a (див. 2.2.5.1) не повинна перевищувати 40 °С, її середнє значення, виміряне протягом 24 год, не повинно перевищувати 35 °С, а її середнє значення, виміряне протягом одного року, має бути нижче.

Мінімальнє значення температури навколишнього повітря — мінус 5 °С.

Примітка 1. Часоструміві характеристики зазначено стосовно еталонної температури навколишнього повітря 20 °С. Ці часоструміві характеристики також можна приблизно застосовувати за температури 30 °С.

Примітка 2. У випадках, якщо температурні умови значно відрізняються від цих значень, то їх треба враховувати з точки зору спрацювання, підвищення температури тощо. Див. додаток D.

3.2 Висота над рівнем моря

Плавкі запобіжники треба встановлювати на висоті не вище ніж 2 000 м над рівнем моря.

3.3 Атмосферні умови

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

Вищу відносну вологість допустимо за нижчих температур, наприклад 90 % за 20 °С.

За цих умов допустимо помірну конденсацію, яка іноді виникає через зміну температури.

Примітка. Якщо запобіжники застосовують за умов, відмінних від зазначених у 3.1, 3.2 і 3.3, зокрема зовні приміщення без захисту, то треба проконсультуватися з виробником. Це треба зробити також у разі, якщо в місці розміщення запобіжників може відбуватися осідання морської солі чи аномальні осідання промислового походження.

3.4 Напруга

Максимальна напруга мережі не повинна перевищувати 110 % від номінальної напруги плавкого запобіжника. Для постійного струму, одержаного випрямленням змінного струму, пульсації не повинні спричинювати відхилів більше ніж на 5 % вище чи на 9 % нижче від середнього значення 110 % номінальної напруги.

Для плавких запобіжників із номінальною напругою 690 В максимальна напруга мережі не повинна перевищувати 105 % від номінальної напруги запобіжника.

Примітка. Треба зауважити, що індикатор чи бійчик плавкого запобіжника не зможуть спрацювати, якщо плавка вставка спрацює за напруги, значно нижчої, ніж їхня номінальна напруга (див. 8.4.3.6).

3.5 Сила струму

Значення сили струму, який треба пропускати та переривати, має міститися в межах діапазону, зазначеного в 7.4 й 7.5.

3.6 Частота, коефіцієнт потужності та стала часу

3.6.1 Частота

Для змінного струму — це номінальна частота плавкої вставки.

3.6.2 Коефіцієнт потужності

Для змінного струму коефіцієнт потужності має бути не нижче від зазначеного в таблиці 20 відповідно до значення очікуваної сили струму.

3.6.3 Стала часу

Для постійного струму стала часу має відповідати зазначеній у таблиці 21.

Можливі режими роботи, за яких перевищують норми, зазначено в таблиці 21 стосовно сталої часу. Для таких застосовань треба застосовувати плавку вставку, перевірену на відповідність необхідній сталій часу та відповідно помарковану.

3.7 Умови встановлення

Плавкий запобіжник установлюють відповідно до інструкцій виробника.

Якщо запобіжник може бути застосовано за аномальних вібрацій чи ударів, то треба проконсультуватися з виробником.

3.8 Категорія застосування

Категорію застосування (наприклад «gG») визначають згідно з 5.7.1.

3.9 Селективність плавких вставок

Норми селективності для часу більше за 0,1 с наведено в таблицях 2 і 3.

Для плавких вставок «gG» і «gM» значення переддугових I^2t наведено в таблиці 7, значення I^2t спрацьовування наведено в наступних частинах. Значення для інших діапазонів вимикання та категорій застосування наведено в наступних частинах.

4 КЛАСИФІКАЦІЯ

Плавкі запобіжники класифіковано в розділі 5 і наступних частинах.

5 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАВКИХ ЗАПОБІЖНИКІВ

5.1 Загальні характеристики

Характеристики плавких запобіжників подано в наведених нижче термінах із зазначенням структурного елемента цього стандарту, де ці терміни встановлено.

5.1.1 Тримач плавкого запобіжника

- Номінальна напруга (див. 5.2).
- Номінальний струм (див. 5.3.2).
- Вид струму та номінальна частота, якщо є (див. 5.4).
- Унормована допустима потужність розсіювання (див. 5.5).
- Габаритні розміри або типорозмір.
- Кількість полюсів, якщо їх більше ніж один.
- Максимальний витримуваний струм.

5.1.2 Плавкі вставки

- Номінальна напруга (див. 5.2).
- Номінальний струм (див. 5.3.1).
- Вид струму та номінальна частота, якщо є (див. 5.4).
- Номінальні втрати потужності (див. 5.5).
- Часострумові характеристики (див. 5.6).
- Діапазон вимикання (див. 5.7.1).
- Номінальна вимикальна здатність (див. 5.7.2).
- Характеристики струму вимикання (див. 5.8.1).
- Характеристики I^2t (див. 5.8.2).
- Габаритні розміри або типорозмір.

5.1.3 Зібрані плавкі запобіжники

Ступінь захисту згідно з ІЕС 60529.

5.2 Номінальна напруга

Для змінного струму стандартні значення номінальної напруги наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 — Стандартні значення номінальних напруг змінного струму для плавких запобіжників

Ряд I В	Ряд II В
	120*
	208
230*	240
	277*
400*	415*
500	480*
690*	600

Значення, позначені зірочкою, — це стандартні значення згідно з ІЕС 60038. Також тимчасово можна застосовувати інші значення з таблиці.

Для постійного струму переважні значення номінальної напруги такі: 110*, 125*, 220*, 250*, 440*, 460, 500, 600*, 750 В.

Примітка. Номінальна напруга плавкої вставки може мати інше значення, ніж номінальна напруга тримача запобіжника, у якому цю плавку вставку застосовують. Номінальна напруга запобіжника — це найнижче значення з номінальних напруг його частин (тримача запобіжника, плавкої вставки).

5.3 Номінальний струм

5.3.1 Номінальний струм плавкої вставки

Значення номінальної сили струму плавкої вставки, виражене в амперах, треба вибирати з наведених нижче значень:

2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1 000, 1 250.

Примітка 1. Якщо потрібно вищі чи нижчі значення, то ці значення треба вибирати з ряду R10 ISO 3.

Примітка 2. Якщо, у виняткових випадках, необхідно вибрати проміжне значення, то це значення треба вибирати з ряду R20 ISO 3.

5.3.2 Номінальний струм тримача плавкого запобіжника

Значення номінальної сили струму тримача плавкого запобіжника, виражене в амперах, треба вибирати з ряду номінальних струмів плавких вставок, якщо іншого не зазначено в наступних частинах. Для плавких запобіжників «gG» й «aM» значення номінальної сили струму тримача плавкого запобіжника — це найбільше значення номінальної сили струму плавкої вставки, із якою його застосовують.

5.4 Номінальна частота (див. 6.1 і 6.2)

Відсутність будь-якого маркування щодо номінальної частоти має означати, що плавкий запобіжник задовольняє вимоги, установлені в цьому стандарті, тільки для частот від 45 Гц до 62 Гц.

5.5 Номінальні втрати потужності плавкої вставки й унормована допустима потужність розсіювання тримача плавкого запобіжника

Номінальні втрати потужності плавкої вставки встановлює виробник, якщо іншого не зазначено в наступних частинах. Це значення не повинно бути перевищено за визначених умов випробовування.

Унормовану допустиму потужність розсіювання тримача плавкого запобіжника встановлює виробник, якщо іншого не зазначено в наступних частинах. Це максимальна потужність розсіювання, яку тримач плавкого запобіжника може витримати за встановлених умов випробовування без перевищення зазначеного підвищення температури.

5.6 Граничні значення часострумів характеристик

Граничні значення часострумів характеристик базовано на температурі навколишнього повітря $T_a + 20$ °C.

5.6.1 Часоструміві характеристики, часоструміві зони

Вони залежать від конструкції плавкої вставки та, для встановленої плавкої вставки, від температури навколишнього повітря й умов охолодження.

Примітка. Для температур навколишнього повітря, що відрізняються від температур, наведених у 3.1, треба проконсультуватися з виробником.

Для плавких вставок, що не відповідають стандартним часострумівим зонам, установленим у наступних частинах, виробник повинен забезпечувати відповідність вимогам до (з їхніми допустимими відхилами):

— переддугової часоструміві характеристики та часоструміві характеристики спрацьовування; або

— часоструміві зони.

Примітка. Для переддугового часу менше за 0,1 с виробник має забезпечувати відповідність вимогам до характеристик I^2t з їхніми допустимими відхилами (див. 5.8.2).

Якщо часоструміві характеристики подано для переддугового часу більше за 0,1 с, то їх треба показувати зі струмом як абсцисою та із часом як ординатою. На обох координатних осях треба застосовувати логарифмічну шкалу.

Базою логарифмічних шкал (розміри однієї декади) має бути співвідношення 2/1 із більшим розміром по абсцисі. Однак через установлену в Сполучених Штатах Америки практику рекомендовано співвідношення 1/1 як альтернативне. Графік треба виконувати на стандартному папері форматів A3 або A4 згідно з ISO 478 або ISO 593.

Розміри декад треба вибирати з наведеного нижче ряду:

2 см, 4 см, 8 см, 16 см, 2,8 см, 5,6 см, 11,2 см.

Примітка. Рекомендовано, по можливості, віддавати перевагу застосуванню значень 2,8 см (ордината) і 5,6 см (абсциса).

5.6.2 Умовний час й умовна сила струму

Значення умовного часу й умовної сили струму наведено в таблиці 2. Для плавких вставок «gD» і «gN» значення умовного часу й умовної сили струму наведено в ІЕС 60269-2, система Н плавких запобіжників.

Таблиця 2 — Значення умовного часу й умовної сили струму для плавких вставок «gG» і «gM»

Номинальний струм I_n для «gG» Характерний струм I_{ch} для «gM» ^{b)} , А	Умовний час, год	Умовна сила струму	
		I_{nf}	I_t
$I_n < 16$	1	a)	a)
$16 \leq I_n \leq 63$	1		
$63 < I_n \leq 160$	2	1,25 I_n	1,6 I_n
$160 < I_n \leq 400$	3		
$400 < I_n$	4		

a) На розгляді.
b) Для плавких вставок «gM» див. 5.7.1.

5.6.3 Розкид

Для плавких вставок «gG» і «gM» застосовують розкид, наведений у таблиці 3.

Таблиця 3 — Розкид для плавких вставок «gG» і «gM» за встановленого переддугового часу^{a)}

1	2	3	4	5
I_n для «gG» I_{ch} для «gM» ^{b)} , А	I_{min} (10 с) ^{c)} , А	I_{max} (5 с), А	I_{min} (0,1 с), А	I_{max} (0,1 с), А
16	33	65	85	150
20	42	85	110	200
25	52	110	150	260
32	75	150	200	350
40	95	190	260	450
50	125	250	350	610
63	160	320	450	820
80	215	425	610	1 100
100	290	580	820	1 450
125	355	715	1 100	1 910
160	460	950	1 450	2 590
200	610	1 250	1 910	3 420
250	750	1 650	2 590	4 500
315	1 050	2 200	3 420	6 000
400	1 420	2 840	4 500	8 060
500	1 780	3 800	6 000	10 600
630	2 200	5 100	8 060	14 140
800	3 060	7 000	10 600	19 000
1 000	4 000	9 500	14 140	24 000
1 250	5 000	13 000	19 000	35 000

a) Значення для запобіжників із номінальною силою струму менше за 16 А наведено в наступних частинах або на розгляді
b) Для плавких вставок «gM» див. 5.7.1.
c) I_{min} (10 с) — мінімальне значення сили струму, для якого переддуговий час не менше за 10 с.

Для плавких запобіжників «аМ» стандартний розкид для часострумових характеристик, базований на температурі навколишнього повітря 20 °С, наведено в таблиці 4 й на рисунку 3. Стандартні коефіцієнти k мають такі значення: $k_0 = 1,5$; $k_1 = 4$ й $k_2 = 6,3$.

Таблиця 4 — Розкид для плавких вставок «аМ» (усі значення номінальної сили струму)

	4 I_n	6,3 I_n	8 I_n	10 I_n	12,5 I_n	19 I_n
$t_{\text{спрацьовування}}$	—	60 с	—	—	0,5 с	0,10 с
$t_{\text{переддугувий}}$	60 с	—	0,5 с	0,2 с	—	—

Для плавких вставок «gD» і «gN» розкид наведено в ІЕС 60269-2, система Н плавких запобіжників.

5.7 Діапазон вимикання та вимикальна здатність

5.7.1 Діапазон вимикання та категорія застосування

Першою літерою позначають діапазон вимикання:

- плавкі вставки «g» (із вимикальною здатністю у повному діапазоні);
- плавкі вставки «а» (із вимикальною здатністю у неповному діапазоні).

Другою літерою позначають категорію застосування; цей знак визначає конкретні часострумові характеристики, умовний час й умовну силу струму, розкид.

Наприклад:

- «gG» позначає плавкі вставки з вимикальною здатністю у повному діапазоні для загального застосування;
- «gM» позначає плавкі вставки з вимикальною здатністю у повному діапазоні для захисту кіл двигуна;
- «аМ» позначає плавкі вставки з вимикальною здатністю у неповному діапазоні для захисту кіл двигуна;
- «gD» позначає плавкі вставки повільної дії з вимикальною здатністю у повному діапазоні;
- «gN» позначає плавкі вставки миттєвої дії з вимикальною здатністю у повному діапазоні.

Примітка 1. Наразі плавкі вставки «gG» часто застосовують для захисту кіл двигуна у випадках, якщо їхні характеристики здатні витримувати пусковий струм двигуна.

Примітка 2. Плавку вставку «gM», яка має подвійну характеристику, характеризують двома значеннями сили струму. Перше значення I_n визначає і номінальну силу струму плавкої вставки, і номінальну силу струму тримача плавкого запобіжника; друге значення I_{ch} визначає часострумову характеристику плавкої вставки, зазначену розкидом у таблицях 2, 3 і 7.

Ці два параметри розділено літерою, яка зазначає застосування.

Наприклад: $I_n M I_{ch}$ визначає плавкий запобіжник, призначений для захисту кіл двигуна та який має характеристику G. Перше значення I_n відповідає максимальному значенню сили тривалого струму для всього запобіжника, а друге значення I_{ch} відповідає характеристиці G плавкої вставки.

Примітка 3. Плавку вставку «аМ» характеризують одним значенням сили струму I_n і часострумовими характеристиками, як зазначено у 8.4.3.3.1 та зображено на рисунку 2.

5.7.2 Номінальна вимикальна здатність

Номінальну вимикальну здатність плавкої вставки встановлює виробник відповідно до номінальної напруги. Мінімальні значення номінальної вимикальної здатності наведено в наступних частинах.

5.8 Характеристики струму вимикання та I^2t

Значення характеристик струму вимикання та I^2t мають урахувати виробничі допустимі відхилення та умови експлуатування, як визначено в наступних частинах, наприклад значення напруги, частоти й коефіцієнта потужності.

5.8.1 Характеристики струму вимикання

Характеристики струму вимикання мають показувати максимальні миттєві значення сили струму, можливі за практичного експлуатування (див. 8.6.1 і додаток С).

Якщо потрібні характеристики струму вимикання, окрім визначеного в наступних частинах, то їх має надавати виробник відповідно до прикладу, зображеного на рисунку 4, у подвійному логарифмічному вигляді зі значенням очікуваної сили струму на осі абсцис.

5.8.2 Характеристики I^2t

Виробник має визначити характеристики переддугового I^2t для переддугового часу менше за 0,1 с і для часу, що відповідає номінальній вимикальній здатності. Вони зазначають найменші значення сили струму, можливі за практичного експлуатування, як функцію від значення очікуваної сили струму.

Для переддугового часу менше за 0,1 с виробник має визначити характеристики I^2t спрацьовування із зазначеною напругою як параметром. Вони показують найбільші значення, можливі за практичного експлуатування, як функцію від значення очікуваної сили струму.

Якщо характеристики I^2t зображено графічно, то треба надавати значення очікуваної сили струму на осі абсцис, а значення I^2t — на осі ординат. На обох координатних осях треба застосувати логарифмічну шкалу. (Для застосування логарифмічних шкал див. 5.6.1).

6 МАРКОВАННЯ

Маркування має бути довговічним і чітким. Відповідність перевіряють огляданням і наведеним нижче випробовуванням.

Маркування стирають уручну протягом 5 с тканиною, змоченою водою, а потім протягом 5 с тканиною, змоченою уайт-спіритом.

Примітка. Рекомендовано застосовувати уайт-спірит зі складом розчиненого гексану з ароматичним умістом максимумо 0,1 % від об'єму, величиною каурі-бутанолу приблизно 29, точкою початку кипіння приблизно 65 °С, точкою закінчення кипіння приблизно 69 °С і густиною приблизно 0,68 г/см³.

6.1 Маркування тримача плавкого запобіжника

Наведену нижче інформацію має бути позначено на тримачах усіх плавких запобіжників:

- назву виробника чи торгову марку, за якою його можна легко ідентифікувати;
- дані за системою виробника, що надають усі характеристики, наведені в 5.1.1;
- номінальну напругу;
- номінальний струм;
- вид струму та, якщо є, номінальну частоту.

Примітка. Тримач плавкого запобіжника, помаркований для змінного струму, можна також застосовувати за постійного струму. Якщо тримач плавкого запобіжника містить заміну основу плавкого запобіжника та заміний тримач плавкої вставки, то їх треба маркувати окремо з метою розпізнавання.

6.2 Маркування плавких вставок

Наведену нижче інформацію має бути позначено на всіх плавких вставках, окрім малих, де це нездійсненно:

- назву виробника чи торгову марку, за якою його можна легко ідентифікувати;
- ідентифікацію виробника, що є базовою для всіх характеристик, наведених у 5.1.2;
- номінальну напругу;
- номінальний струм (для типу «gM» див. 5.7.1);
- діапазон вимикання та категорію застосування (літерний код), якщо застосовно (див. 5.7.1);
- вид струму та, якщо є, номінальну частоту (див. 5.4).

Примітка. Плавкі вставки треба позначати окремо для змінного та постійного струму, якщо плавку вставку призначено для застосування за змінного та постійного струму

На малих плавких вставках, на яких неможливо показати всю зазначену вище інформацію, треба маркувати торгову марку, дані за системою виробника, номінальну напругу та номінальний струм.

6.3 Марковальні позначки

Для позначення виду струму та частоти застосовують позначки відповідно до ІЕС 60417.

Примітка. Маркування значень номінальної сили струму та номінальної напруги, наприклад, може бути таким, як зазначено нижче:

$$10 \text{ A } 500 \text{ В або } 10/500, \text{ або } \frac{10}{500}.$$

7 СТАНДАРТНІ ВИМОГИ ДО КОНСТРУКЦІЇ

7.1 Механічне виконання

7.1.1 Замінення плавких вставок

Плавка вставка повинна мати відповідну механічну міцність та її контакти має бути надійно зафіксовано. Це надасть змогу легко та безпечно замінювати плавку вставку.

7.1.2 З'єднання, зокрема виводи

Фіксовані з'єднання мають бути такими, що забезпечують необхідне контактне зусилля за умов експлуатування та спрацьовування.

Контактне зусилля на з'єднаннях не повинно передаватися через ізоляційний матеріал, окрім кераміки, чи інший матеріал із подібними характеристиками, за винятком, коли металеві частини мають достатню пружність для компенсації будь-якого можливого стиснення чи іншої деформації ізоляційного матеріалу. Випробовування наведено в наступних частинах, за потреби.

Виводи не повинні прокручуватися чи зміщуватися, якщо з'єднувальні гвинти затягнуто, та не повинні спричинювати зміщення провідників. Деталі, що затискають провідники, мають бути з металу та повинні мати форму, яка запобігає пошкодженню провідників.

Виводи треба розмішувати так, щоб вони були легкодоступними (після демонтування кожухів, за наявності) за призначених умов монтування.

Примітка. Інші вимоги стосовно виводів на розгляді

7.1.3 Контакти плавкого запобіжника

Контакти запобіжника мають бути такими, щоб необхідне контактне зусилля забезпечувалося за умов експлуатування та спрацьовування, зокрема за умов згідно із 7.5.

Контакт має бути таким, щоб електромагнітні сили, що виникають протягом роботи за умов згідно із 7.5, не послабили електричні зв'язки між:

- а) основою плавкого запобіжника та тримачем плавкої вставки;
- б) тримачем плавкої вставки та плавкою вставкою;
- в) плавкою вставкою й основою плавкого запобіжника чи, якщо застосовно, будь-якою іншою опорою.

Окрім того, контакти запобіжника повинні мати таку конструкцію та бути виготовленими з такого матеріалу, за яких у разі правильного встановлення та нормальних умов експлуатування підтримується відповідний контакт:

- а) після повторного з'єднання та роз'єднання;
- б) після тривалого періоду без порушень в експлуатуванні (див. 8.10).

Контакти запобіжника з мідного сплаву не повинні мати сезонного корозійного розтріскування. Ці вимоги перевіряють випробовуваннями згідно з 8.10, 8.11.2.1 та розділом 8 цих частин.

7.1.4 Конструкція калібрувальної частини

Калібрувальну частину, якщо вона є, треба спроектувати так, щоб вона витримувала нормальні зусилля, що виникають під час застосовування.

7.1.5 Механічна міцність плавкої вставки

Плавка вставка повинна мати відповідну механічну міцність та її контакти має бути надійно зафіксовано.

7.2 Ізоляційні властивості та придатність до відокремлення

Плавкі запобіжники не повинні втрачати своїх ізоляційних властивостей за напруг, яким їх піддають за нормального експлуатування. Якщо устаткування перебуває у своєму нормальному відімкненому стані, а плавку вставку залишають усередині тримача, чи якщо плавку вставку та, де застосовно, тримач демонтовано, то плавкий запобіжник має бути придатним до відокремлення. Застосовувану категорію перенапруги наведено в наступних частинах.

Вважають, що запобіжник задовольняє ці вимоги, якщо він витримує випробовування для перевіряння ізоляційних властивостей та придатності до відокремлення відповідно до 8.2.

Мінімальні шляхи струму спливу, ізоляційні проміжки та відстані через ізоляційний матеріал або герметизувальний компаунд мають відповідати значенням, установленим у наступних частинах.

7.3 Підвищення температури, втрати потужності плавкої вставки та допустима потужність розсіювання тримача плавкого запобіжника

Тримач плавкого запобіжника має бути спроектовано так і він повинен мати такі пропорції, щоб тривало проводити за стандартних умов експлуатування номінальний струм плавкої вставки, для якої його призначено, без перевищення:

— норм підвищення температури, зазначених у таблиці 5, за унормованої допустимої потужності розсіювання тримача плавкого запобіжника, визначеної виробником, або іншої, зазначеної в наступних частинах.

Плавку вставку має бути спроектовано так і вона повинна мати такі пропорції, щоб тривало проводити за стандартних умов експлуатування номінальний струм без перевищення:

— номінальних втрат потужності в плавкій вставці, визначених виробником, або іншої, зазначеної в наступних частинах.

Зокрема підвищення температури не повинно перевищувати норм, зазначених у таблиці 5:

— якщо значення номінальної сили струму плавкої вставки дорівнює значенню номінальної сили струму тримача плавкого запобіжника, для якого цю плавку вставку призначено;

— якщо втрати потужності в плавкій вставці дорівнюють унормованій допустимій потужності розсіювання тримача плавкого запобіжника.

Ці вимоги перевіряють випробовуваннями згідно з 8.3.

Таблиця 5 — Норми підвищення температури $\Delta T = (T - T_a)$ для контактів і виводів

			Підвищення температури, °C	
			Незахищені ^{a)}	Захищені ^{b)}
Контакти ^{g), 1)}	Пружинні	Мідь без покритву	40	45
		Латунь без покритву	45	50
		Покриті оловом	55 ^{f)}	60 ^{f)}
		Покриті нікелем	70 ^{e), c), h)}	75 ^{e), c), h)}
		Покриті сріблом	c)	c)
	Болтові	Мідь без покритву	55	60
		Латунь без покритву	60	65
		Покриті оловом	65 ^{f)}	65 ^{f)}
		Покриті нікелем	80 ^{e), c), h)}	85 ^{e), c), h)}
		Покриті сріблом	c)	c)
Виводи		Мідь без покритву	55	60
		Латунь без покритву	60	65
		Покриті оловом	65	65
		Покриті сріблом або нікелем	70 ^{d)}	70 ^{d)}

a) У разі $T_e = T_a$ (див. 2.2.5).

b) Застосовують для значень ΔT_e від 10 °C до 30 °C ($10\text{ °C} < \Delta T_e < 30\text{ °C}$), температура навколишнього повітря T_a не повинна бути вище ніж 40 °C.

c) Обмежено лише потребою не спричинювати будь-які пошкодження суміжних частин.

d) Норму підвищення температури визначає застосування полівінілхлоридних ізолюваних проводів.

e) Задані значення не застосовують до систем плавких запобіжників, для яких площу поперечного перерізу та матеріал контактів встановлено в наступних частинах.

f) Ці норми може бути перевищено, якщо перевірено, що ніяке погіршення контакту не спричинено фактичною температурою під час випробовування цілісності контактів.

g) Значення не застосовують до певних плавких запобіжників, які настільки малі, що температуру не можна виміряти без ризику пошкодження. Тому перевіряння цілісності контактів проводять випробовуванням, установленим у 8.10.

h) Застосування контактів, покритих нікелем, потребує через їх відносно високий електричний опір певних заходів безпеки в конструкції контакту, зокрема застосування відносно високого контактного тиску.

1) Випробовування цілісності контактів наведено у 8.10

7.4 Спрацьовування

Плавку вставку треба спроектувати та скласти так, щоб за її перевіряння у відповідному випробувальному пристрої за номінальної частоти й температури навколишнього повітря (20 ± 5) °C вона була здатна:

- тривало проводити струм будь-якої сили, значення якої не перевищує значення її номінальної сили струму;
- витримувати умови перевантаги, які можуть виникати за нормального експлуатування (див. 8.4.3.4).

Для плавкої вставки «g» у межах умовного часу:

- її плавкий елемент не повинен плавитися, якщо проводить струм будь-якої сили, значення якої не перевищує значення умовної сили струму неплавлення (I_{nf});
- вона спрацьовує, якщо проводить струм будь-якої сили, значення якої дорівнює чи перевищує значення умовної сили струму плавлення.

Примітка. Треба враховувати часоструміві зони, якщо є.

Для плавкої вставки «a»:

- її плавкий елемент не плавиться, якщо проводить струм, значення сили якого не перевищує $k_1 I_n$ протягом відповідного часу, зазначеного на кривій перевантаги (див. рисунок 2);
- якщо протікає струм у діапазоні від $k_1 I_n$ до $k_2 I_n$, то плавкий елемент може розплавитися за умови, що переддуговий час більше за значення, установлене на переддуговій часострумівій характеристиці;
- вона спрацьовує, якщо проводить струм будь-якої сили, більшої за $k_2 I_n$ у межах її часострумівій зони, охоплюючи час горіння дуги.

Часоструміві значення, виміряні у 8.4.3.3, мають перебувати в часострумівій зоні, обумовленій виробником.

Вважають, що плавка вставка задовольняє ці вимоги, якщо вона витримує випробовування, наведені у 8.4.

7.5 Вимикальна здатність

За номінальної частоти та за напруги, що не перевищує відновну напругу, установлену у 8.5, плавкий запобіжник має бути здатним вимикати будь-які кола із силою очікуваного струму, що становить

- для плавких вставок «g» — значення сили струму I_f ;
- для плавких вставок «a» — значення сили струму $k_2 I_n$; і
- у разі змінного струму номінальна вимикальна здатність за коефіцієнта потужності не нижче від наведеного в таблиці 20 відповідає значенню очікуваної сили струму;
- у разі постійного струму номінальна вимикальна здатність за сталих часу не вище від норм, зазначених у таблиці 21, відповідає значенню очікуваної сили струму.

Протягом спрацьовування плавкої вставки у схемі випробовування, описаній у 8.5, напруга дуги не повинна перевищувати значення, наведені в таблиці 6.

Примітка. Якщо плавкі вставки застосовують у колах із напругою мережі, нижчою за номінальну напругу плавкої вставки, то треба звертати увагу на напругу дуги, яка не повинна перевищувати значення таблиці 6, відповідні напруги мережі.

Таблиця 6 — Максимальна напруга дуги

Номінальна напруга U_n плавкої вставки, В		Максимальна напруга дуги, максимальне значення, В
Змінний струм і постійний струм	До і включно 60	1 000
	61—300	2 000
	301—690	2 500
	691—800	3 000
	801—1 000	3 500
Тільки постійний струм	1 001—1 200	3 500
	1 201—1 500	5 000
Примітка. Для плавких вставок номінальною силою струму менше за 16 А максимальну напругу дуги не встановлено в цьому стандарті, її значення розглядають		

Вважають, що запобіжник задовольняє ці вимоги, якщо він витримує випробовування, наведені у 8.5.

7.6 Характеристика струму вимикання

Якщо іншого не зазначено в наступних частинах, то значення сили струму вимикання, яке вимірюють як установлено у 8.6, має бути менше чи дорівнювати значенню, що відповідає характеристикам струму вимикання, зазначеним виробником (див. 5.8.1).

Примітка. Характеристики струму вимикання як функцію фактичного переддугового часу див. у додатку С.

7.7 Характеристики I^2t

Значення переддугового I^2t , перевірені відповідно до 8.7, не повинні бути менше за характеристики, установлені виробником відповідно до 5.8.2, та мають перебувати в межах норм, наведених у таблиці 7 для плавких вставок «gG» і «gM». Для переддугового часу менше за 0,01 с застосовують норми, установлені в зазначених частинах, за потреби. Значення для плавких вставок «gD» і «gN» наведено в ІЕС 60269-2, система Н плавких запобіжників.

Значення I^2t спрацьовування, перевірені відповідно до 8.7, мають бути менше чи дорівнювати характеристикам, установленим виробником згідно з 5.8.2 або визначеним у наступних частинах.

Таблиця 7 — Значення переддугового I^2t за 0,01 с для плавких вставок «gG» і «gM»

I_n для «gG» I_{ch} для «gM» ^{a)} , А	$I^2t_{min.}$ $10^3 \times (A^2 \cdot c)$	$I^2t_{max.}$ $10^3 \times (A^2 \cdot c)$	I_n для «gG» I_{ch} для «gM» ^{a)} , А	$I^2t_{min.}$ $10^3 \times (A^2 \cdot c)$	$I^2t_{max.}$ $10^3 \times (A^2 \cdot c)$
16	0,3	1,0	160	86,0	250,0
20	0,5	1,8	200	140,0	400,0
25	1,0	3,0	250	250,0	760,0
32	1,8	5,0	315	400,0	1 300,0
40	3,0	9,0	400	760,0	2 250,0
50	5,0	16,0	500	1 300,0	3 800,0
63	9,0	27,0	630	2 250,0	7 500,0
80	16,0	46,0	800	3 800,0	13 600,0
100	27,0	86,0	1 000	7 840,0	25 000,0
125	46,0	140,0	1 250	13 700,0	47 000,0

^{a)} Для «gM» див 5 7.1.

7.8 Селективність плавких вставок за надструму

Вимоги стосовно селективності за надструму залежать від системи плавких запобіжників, номінальної напруги та застосування плавкого запобіжника; відповідні вимоги може бути наведено в наступних частинах.

7.9 Захист проти ураження електричним струмом

Для захисту персоналу проти ураження електричним струмом треба враховувати три стани плавкого запобіжника:

— коли укомплектований плавкий запобіжник належно змонтовано, установлено та з'єднано з основою плавкого запобіжника, плавкою вставкою та, де застосовно, калібрувальною частиною, тримачем плавкої вставки й оболонкою як складовою частиною запобіжника (нормальні експлуатаційні умови);

— протягом замінування плавкої вставки;

— коли плавку вставку та, де застосовно, тримач плавкої вставки демонтовано.

Номінальну імпульсну витримувану напругу наведено в таблиці 8 відповідно до номінальної напруги та категорії перенапруги плавкого запобіжника, визначеної в наступних частинах.

Вимоги визначено в наступних частинах. Див. також 8.8.

Таблиця 8 — Номінальна імпульсна витримувана напруга

Номінальна напруга плавкого запобіжника до та включно, В	Номінальна імпульсна витримувана напруга $U_{\text{имп}}$ (1,2/50 мкс), кВ			
	Категорія перенапруги			
	IV	III	II	I
230	4	2,5	1,5	0,8
400	6	4	2,5	1,5
690	8	6	4	2,5
1 000	12	8	6	4

7.9.1 Ізоляційні проміжки та шляхи струму спливу

Для зменшення ризику електричного пробоя через перенапругу величина ізоляційних проміжків має бути не менше, ніж наведено в таблиці 9.

Таблиця 9 — Мінімальні ізоляційні проміжки в повітрі

Номінальна імпульсна витримувана напруга $U_{\text{имп}}$, кВ	Мінімальні ізоляційні проміжки, мм
	Умови неоднорідного поля
0,8	0,8
1,5	0,8
2,5	1,5
4,0	3,0
6,0	5,5
8,0	8,0
12,0	14,0

Примітка. Значення мінімального ізоляційного проміжку в повітрі базовано на імпульсній напрузі 1,2/50 мкс за атмосферного тиску 80 кПа, що дорівнює нормальному атмосферному тиску на висоті 2 000 м над рівнем моря.

Шляхи струму спливу, що мають також відповідати групі матеріалів, установленим у 2.7.1.3 ІЕС 60664-1 відповідно до номінальної напруги, наведено в таблиці 10.

Таблиця 10 — Мінімальні шляхи струму спливу

Номінальна напруга плавкого запобіжника до та включно, В	Шлях струму спливу для устаткування, яке піддають тривалій навантазі, мм		
	Група матеріалів I	Група матеріалів II	Група матеріалів III
230	3,2	3,6	4
400	5	5,6	6,3
690	8	9	10
1 000	12,5	14	16

7.9.2 Струми спливу для устаткування, придатного до відокремлення

Для плавких запобіжників, придатних до відокремлення, що мають номінальну напругу більше за 50 В, силу струму спливу треба вимірювати на кожному полюсі з контактами в розімкненому положенні.

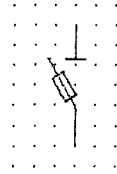
Значення сили струму спливу за випробувальної напруги, що дорівнює 1,1 від номінальної напруги, не повинно перевищувати:

- 0,5 мА на полюс для нових запобіжників;
- 2 мА на полюс для запобіжників, які піддають випробовуванням згідно з 8.5.

7.9.3 Додаткові конструктивні вимоги до плавких запобіжників з невідокремлюваним тримачем плавкої вставки, придатних до відокремлення

Тримач плавкого запобіжника треба маркувати символом S00369 за ІЕС 60617.

Примітка 1. Символ S00369 за ІЕС 60617 (раніше: символ 07-21-08 за ІЕС 60617-7).



Якщо плавкий запобіжник перебуває у відімкненому стані з плавкою вставкою зовні тримача плавкої вставки, то треба забезпечувати ізоляційну відстань між контактами плавкого запобіжника відповідно до функції відокремлення. Індикацію такого стану має бути забезпечено положенням тримача плавкої вставки.

Цю вимогу перевіряють згідно з 8.2.

Якщо є засоби блокування, визначені виробником для того, щоб заблокувати запобіжники у відімкненому стані, то блокування має бути можливим тільки в цьому стані. Плавкі запобіжники треба проектувати так, щоб тримач плавкої вставки залишався закріпленим до основи запобіжника, надаючи правильну індикацію відімкненого стану чи блокування, якщо є.

Примітка 2. Для певних застосовань дозволено блокування за ввімкненого стану.

Для запобіжників, що з'єднують електронні кола, підімкнені до головних полюсів, під час випробовування електричної міцності дозволено вимикати електронне(-і) коло(-а).

7.10 Теплостійкість

Усі складові частини плавкого запобіжника мають бути достатньо стійкими до нагрівання, яке може виникати за нормального експлуатування.

Якщо іншого не зазначено в наступних частинах, то цю вимогу вважають виконаною в разі задовільних результатів випробування згідно з 8.9 і 8.10.

7.11 Механічна міцність

Усі складові частини плавкого запобіжника мають бути достатньо стійкими до механічної навантаги, яка може виникати за нормального експлуатування.

Якщо іншого не зазначено в наступних частинах, то цю вимогу вважають виконаною в разі задовільних результатів випробування згідно з 8.3—8.5 і 8.11.1.

7.12 Корозієстійкість

Усі металеві складові частини плавкого запобіжника мають бути стійкими до корозійних чинників, які можуть виникати за нормального експлуатування.

7.12.1 Стійкість до ржавіння

Залізні складові частини має бути захищено так, щоб вони витримали відповідні випробовування.

Якщо іншого не зазначено в наступних частинах, то цю вимогу вважають виконаною в разі задовільних результатів випробування згідно з 8.2.4.2 і 8.11.2.3.

7.12.2 Стійкість до сезонного корозійного розтріскування

Струмopрoвідні частини мають бути достатньо стійкими до сезонного корозійного розтріскування. Відповідні випробовування зазначено у 8.2.4.2 і 8.11.2.1.

7.13 Стійкість до аномального нагрівання та вогню

Усі складові частини плавкого запобіжника мають бути достатньо стійкими до аномального нагрівання та вогню. Випробовування зазначено у 8.11.2.2.

7.14 Електромагнітна сумісність

Плавкі запобіжники, на які поширюється цей стандарт, не чутливі до нормальних електромагнітних збурень, і тому перевіряти несприйнятливості не треба.

Суттєві електромагнітні збурення, генеровані плавким запобіжником, обмежено миттєвістю його спрацьовування. За умови, що максимальні напруги дуги протягом спрацьовування під час випробовування типу відповідають вимогам 7.5, вважають вимоги до електромагнітної сумісності виконаними.

8 ВИПРОБОВУВАННЯ

8.1 Загальні положення

8.1.1 Вид випробовування

Випробовування, наведені в цьому розділі, є випробовуваннями типу та їх виконує виробник.

Якщо в разі відмови за одного з цих випробовувань виробник може довести, що ця відмова не є характерною для цього типу плавкого запобіжника, а є індивідуальним дефектом випробного зразка, то відповідне випробовування треба повторити. Це не стосується випробовування вишуканої здатності.

Якщо виконання приймальних випробовувань узгоджено між користувачем і виробником, то випробовування треба вибрати з переліку випробовувань типу.

Випробовування типу виконують, щоб перевірити, що певний вид запобіжника чи ряд запобіжників, що складають однорідну серію (див. 8.1.5.2), відповідає встановленим характеристикам та вони задовільно спрацьовують за нормальних умов експлуатування чи певних установлених умов.

Випробовування типу вважають витриманим, якщо доведено, що всі запобіжники ідентичної конструкції відповідають вимогам цього стандарту.

Випробовування типу треба повторити в разі змінення будь-якої частини плавкого запобіжника до такої міри, що це несприятливо впливатиме на результати вже виконаних випробовувань типу.

8.1.2 Температура навколишнього повітря T_a

Температуру навколишнього повітря треба вимірювати пристроями, захищеними від протягів і випромінення тепла, розміщеними на висоті центра запобіжника та відстані приблизно 1 м. На початку кожного випробовування температура плавкого запобіжника має приблизно дорівнювати температурі навколишнього повітря.

8.1.3 Стан запобіжника

Випробовування треба виконувати на чистих і сухих запобіжниках.

8.1.4 Розміщення плавкого запобіжника та габаритні розміри

За винятком випробовування на ступінь захисту (див. 8.8), плавкий запобіжник треба встановити на відкритому повітрі без протягу в нормальному робочому положенні, наприклад вертикальному, і, якщо іншого не визначено, на ізоляційному матеріалі достатньої міцності для протидії силам, що виникають без прикладання зовнішніх зусиль до випробовуваного запобіжника.

Плавку вставку треба встановлювати чи як за нормального застосування, чи в тримачі плавкого запобіжника, для якого її призначено, чи на випробувальному стенді відповідно до настанов, наданих у відповідному пункті наступної частини.

Перед випробовуванням треба виміряти встановлені зовнішні габаритні розміри, а результати порівняти з габаритними розмірами, зазначеними у відповідних даних виробника чи із зазначеними в наступних частинах.

8.1.5 Випробовування плавких вставок

Плавкі вставки треба перевіряти струмом такого(-их) виду(-ів) та для змінного струму такою частотою, які для них встановлено, якщо іншого не визначено в наступних частинах.

8.1.5.1 Обсяг випробовування

Перед випробовуванням треба виміряти внутрішній опір R усіх зразків за температури повітря $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ із вимірювальним струмом, значення сили якого не більше ніж $0,1 I_n$. Значення R має бути записано в протокол випробування.

Повний обсяг випробовування наведено в таблиці 11.

8.1.5.2 Випробовування плавких вставок однорідної серії

Вважають, що плавкі вставки з різними значеннями сили номінального струму утворюють однорідну серію, якщо:

— вони мають корпуси, ідентичні за формою, конструкцією та, окрім плавких елементів, розмірами. Цю умову також задоволено, якщо відрізняються тільки контакти плавких вставок, у цьому разі

випробовування виконують для плавкої вставки, що має контакти найбільш придатні для одержання найменш сприятливих результатів випробування;

- вони мають однакове дугогасне середовище й однакову повноту заповнення;
- їхні плавкі елементи виготовлено з однакового матеріалу. Вони мають бути однакової довжини та форми;

Примітка. Наприклад, їх може бути виготовлено ідентичними інструментами з матеріалу різної товщини.

— їхній поперечний переріз, який може змінюватися вздовж довжини плавких елементів, також як і кількість плавких елементів, не повинні перевищувати поперечний переріз і кількість плавких елементів, відповідно, плавких вставок із найбільшою номінальною силою струму;

— мінімальні відстані між суміжними плавкими елементами та між плавкими елементами й внутрішньою поверхнею патрона не менші, ніж у плавкої вставки з найбільшою номінальною силою струму;

— їх призначено для застосування з установленим тримачем плавкого запобіжника чи без тримача плавкого запобіжника, але в монтуванні, однакового для всіх значень номінальної сили струму однорідної серії;

— під час випробовування на нагрівання добуток $R I_n^{3/2}$ не перевищує відповідного значення для плавкої вставки, яка має найбільшу номінальну силу струму з однорідної серії. Опір R плавкої вставки треба вимірювати, як зазначено у 8.1.5.1.

— під час випробовування на вимикальну здатність номінальна вимикальна здатність не перевищує ту, яку має плавка вставка з найбільшою силою струму в межах однорідної серії. В іншому разі плавку вставку з найбільшою номінальною силою струму серед тих, що мають найбільшу номінальну вимикальну здатність, треба піддавати випробовуванням № 1 і № 2.

Для плавких вставок однорідної серії:

— плавку вставку, що має найбільшу номінальну силу струму, треба повністю перевіряти відповідно до таблиці 11;

— плавку вставку, що має найменшу номінальну силу струму, треба перевіряти лише відповідно до таблиці 12;

— плавкі вставки, що мають номінальну силу струму між найбільшим і найменшим значеннями, треба перевіряти відповідно до таблиці 13.

Таблиця 11 — Повний обсяг випробовування плавких вставок і кількість плавких вставок, що перевіряють

Випробовування згідно з підрозділом (пунктом, підпунктом)	Кількість зразків																								
	Плавкі вставки «g»												Плавкі вставки «a»												
	1	1	1	1	1	1	3	3	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	3	1	4	3	3
8.1.4 Габаритні розміри	X	X	X													X	X	X							
8.1.5.1 Опір	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8.3 Підвищення температури, втрати потужності	X															X									
8.4.3.1 а) Умовний струм неплавлення	X																								
8.4.3.1 б) Умовний струм плавлення	X																								
8.4.3.2 Номінальна сила струму		X																							
8.4.3.3 Часострумкові характеристики, розкид																									
Розкид для плавких вставок «g»																									
а) I_{min} (10 с)											X														
б) I_{max} (5 с)												X													
в) I_{min} (0,1 с)													X												
г) I_{max} (0,1 с)														X											
Розкид для плавких вставок «a»																									
8.4.3.4 Перевантага										X															X
8.4.3.5 Умовний захист кабелю від перевантаги									X																

Кінець таблиці 11

Випробовування згідно з підрозділом (пунктом, підпунктом)	Кількість зразків																							
	Плавкі вставки «g»									Плавкі вставки «a»														
	1	1	1	1	1	3	3	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	3	1	4	3	3
8.4.3.6 Індикатор ^{c)}				X	X	X	X	X									X	X	X	X	X			
Бійчик ^{c)}			X	X	X	X	X										X	X	X	X	X			
8.5 № 5 Вимикальна здатність ^{a)}			X													X								
8.5 № 4 Вимикальна здатність ^{a)}				X												X								
8.5 № 3 Вимикальна здатність ^{a)}					X											X								
8.5 № 2 Вимикальна здатність ^{b)}						X													X					
8.5 № 1 Вимикальна здатність ^{b)}							X													X				
8.6 Характеристика струму вимикання ^{d)}																								
8.7 Характеристика I^2t ^{d)}																								
8.8 Ступінь захисту ^{d)}																								
8.9 Теплостійкість ^{d)}																								
8.10 Цілісність контактів ^{d)}																								
8.11.1 Механічна міцність ^{d)}																								
8.11.2.1 Відсутність сезонного корозійного розтріскування ^{d), e)}																								
8.11.2.2 Стійкість до аномального нагрівання та вогню ^{d)}														X									X	
8.11.2.3 Стійкість до ржавіння ^{d)}																								

^{a)} Дійсне також для часострумівих характеристик за температури навколишнього повітря від 15 °С до 25 °С (див. 8.4.3.3). Для плавких вставок, що перевіряють на випробувальних стендах, можна застосовувати випробовування згідно з 3а), 4а) і 5а) 8.4.3.3.

^{b)} Дійсне також для характеристик струму вимикання та характеристик I^2t (див. 8.6 і 8.7).

^{c)} Тільки для плавких вставок з індикатором чи бійчиком.

^{d)} Випробовуванням згідно з 8.6—8.11 можна піддавати системи запобіжників, зазначені в наступних частинах. Кількість випробних зразків залежить від системи та матеріалу.

^{e)} Для плавких вставок зі струмопровідними частинами, виготовленими з мідного прокату з умістом міді менше ніж 83 %.

Таблиця 12 — Обсяг випробовування плавких вставок з однорідної серії, що мають найменше значення номінальної сили струму, та кількість плавких вставок, що перевіряють

Випробовування згідно з підрозділом (пунктом, підпунктом)	Кількість зразків																						
	Плавкі вставки «g»								Плавкі вставки «a»														
	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	4			
8.1.4 Габаритні розміри	X	X	X											X	X	X							
8.1.5.1 Олір	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
8.4.3.1а) Умовний струм неплавлення					X																		
8.4.3.1b) Умовний струм плавлення					X																		
8.4.3.2 Номінальна сила струму					X																		
8.4.3.3.1 Часоструміві характеристики																							
№ 3а ^{d)}				X										X									
№ 4а ^{d)}				X										X									
№ 5а ^{d)}					X											X							
8.4.3.3.2 Розкид для плавких вставок «g»										X													
а) I_{min} (10 с)																							

Кінець таблиці 12

Випробовування згідно з підрозділом (пунктом, підпунктом)	Кількість зразків																		
	Плавкі вставки «g»												Плавкі вставки «a»						
	1	1	1	1	1	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	1	3	4
b) I_{max} (5 с)													X						
c) I_{min} (0,1 с)														X					
d) I_{max} (0,1 с)															X				
Розкид для плавких вставок «a»																			X
8.4.3.4 Перевантага									X										X
8.4.3.5 Умовний захист кабелю від перевантаги									X										
8.4.3.6 Індикатор ^{c)}						X											X		
Бійчик ^{c)}						X	X										X	X	
8.5 № 1 Вимикальна здатність ^{a)}						X											X		
8.6 Характеристика вимикального струму ^{b)}																			
8.7 Характеристика I^2t ^{b)}																			
8.8 Ступінь захисту ^{b)}																			
8.9 Теплостійкість ^{b)}																			
8.10 Цілісність контактів ^{b)}																			
8.11.1 Механічна міцність ^{d)}																			
8.11.2.2 Стійкість до аномального нагрівання та вогню ^{b)}																			
8.11.2.3 Стійкість до ржавіння ^{b)}																			

a) Дійсне також для характеристик струму вимикання та характеристик I^2t (див. 8.6 і 8.7).
 b) випробовуванням згідно з 8.6—8.11 можна піддавати системи запобіжників, зазначені в наступних частинах. Кількість випробних зразків залежить від системи та матеріалу.
 c) Тільки для плавких вставок з індикатором чи бійчиком.
 d) За винятком «gD», «gG» і «gM», оскільки відповідні випробовування виконують у зв'язку з перевірянням розкиду (див. 8.4.3.3.2).

Таблиця 13 — Обсяг випробовування плавких вставок з однорідної серії, що мають номінальну силу струму між найбільшим і найменшим значеннями, та кількість плавких вставок, що перевіряють

Випробовування згідно з підрозділом (пунктом, підпунктом)	Кількість зразків									
	Плавкі вставки «g»							Плавкі вставки «a»		
	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
8.1.4 Габаритні розміри	X	X						X		X
8.1.5.1 Опір	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8.4.3.1 а) Умовний струм неплавлення	X									
8.4.3.2 Номінальна сила струму	X									
8.4.3.3 1 Часострумкові характеристики № 4 ^{a)}		X						X		
8.4.3.3.2 Розкид для плавких вставок «g»				X						
а) I_{min} (10 с)										
б) I_{max} (5 с)						X				
в) I_{min} (0,1 с)							X			
г) I_{max} (0,1 с)								X		
Розкид для плавких вставок «a»									X	X
8.4.3.5 Умовний захист кабелю від перевантаги			X							

Кінець таблиці 13

Примітка. Випробовування згідно з таблицею 13 можна виконувати за знижених напруг.
^{a)} За винятком «gD», «gG» і «gM», оскільки відповідні випробовування виконують у зв'язку з перевірками розкиду (див. 8.4.3.3.2).

8.1.6 Випробовування тримачів плавких запобіжників

Тримачі плавких запобіжників треба перевіряти згідно з таблицею 14.

Таблиця 14 — Повний обсяг випробовування тримачів плавких запобіжників і кількість тримачів, що перевіряють

Випробовування згідно з підрозділом (пунктом, підпунктом)	Кількість зразків			
	1	1	3	3
8.1.4 Габаритні розміри	X		X	X
8.2 Ізоляційні властивості	X			
8.3 Підвищення температури та допустима потужність розсіювання		X		
8.5 Максимальний витримуваний струм		X		
8.8 Ступінь захисту	X			
8.9 Теплостійкість		X		
8.10 Цілісність контактів				X
8.11.1 Механічна міцність	X	X	X	X
8.11.2.1 Відсутність сезонного корозійного розтріскування ^{a)}			X	
8.11.2.2 Стійкість до аномального нагрівання та вогню	X			
8.11.2.3 Стійкість до ржавіння		X		
Примітка. Можуть бути необхідними додаткові випробовування спеціальних систем запобіжників, наведених у наступних частинах. Кількість зразків залежить від системи та матеріалу.				
^{a)} Для тримачів плавких запобіжників зі струмопровідними частинами, виготовленими з мідного прокату з умістом міді менше ніж 83 %.				

8.2 Перевіряння ізоляційних властивостей та придатності до відокремлення

8.2.1 Розміщення тримача плавкого запобіжника

Додатково до умов 8.1.4 тримач плавкого запобіжника має бути оснащено плавкою вставкою найбільших розмірів, передбачуваних для даного типу тримача.

Якщо основу плавкого запобіжника безпосередньо призначено для відокремлення, то металеві частини треба розмістити в точках кріплення відповідно до умов установаження запобіжника, зазначених виробником, і ці частини розглядають як частину каркаса апаратури. Якщо іншого не визначено виробником, то основу плавкого запобіжника треба закріплювати на металевій пластині.

Якщо плавку вставку призначено для замінювання під напругою, то поверхні плавкої вставки, пристрою для її замінювання чи тримача запобіжника, якщо він є, до яких можна доторкнутися під час замінювання, розглядають як складові частини запобіжника. Тому ці поверхні, якщо їх виготовлено з ізоляційного матеріалу, треба забезпечити металевим кожухом, приєднаним під час випробовування до корпусу апаратури; якщо їх виготовлено з металу, то їх треба безпосередньо приєднати до корпусу.

Якщо виробник передбачив додаткові ізолювальні засоби, наприклад захисні стінки, то ці ізолювальні засоби має бути встановлено в необхідному місці під час випробовування.

Для перевіряння ізоляційних властивостей устаткування має перебувати в нормальному розміреному стані, плавку вставку має бути розміщено в тримачі плавкої вставки чи плавку вставку та, де застосовно, тримач плавкої вставки має бути видалено.

8.2.2 Перевіряння ізоляційних властивостей

8.2.2.1 Точки прикладання випробувальної напруги

Випробувальну напругу для перевіряння ізоляційних властивостей треба прикладати:

а) між струмопровідними частинами та корпусом із нормально встановленими плавкою вставкою та пристроєм для її замінювання чи тримачем плавкої вставки, за наявності;

б) між виводами, коли плавкий запобіжник перебуває в нормальному розімкненому стані, а плавку вставку розміщено в тримачі плавкої вставки, чи коли плавку вставку та пристрій для її замінювання чи тримач плавкої вставки, за наявності, видалено;

с) між струмопровідними частинами різної полярності в разі багатопольсного тримача плавкого запобіжника із нормально встановленими плавкими вставками максимальних розмірів, призначених для цього тримача запобіжника, та пристроєм(-ями) для замінювання плавкої(-их) вставки(-ок) або тримачем(-ами) плавкої(-их) вставки(-ок), за наявності;

д) між струмопровідними частинами, які в разі багатопольсного тримача плавкого запобіжника можуть мати різні потенціали після спрацьовування плавкої вставки, тільки з нормально встановленим(-ими) тримачем(-ами) плавкої вставки чи пристроєм(-ями) для замінювання плавкої(-их) вставки(-ок) (без плавких вставок).

8.2.2.2 Значення випробувальної напруги

Дійові значення випробувальної напруги промислової частоти наведено в таблиці 15 відносно номінальної напруги тримача плавкого запобіжника.

Таблиця 15 — Випробувальна напруга

Номінальна напруга U_n тримача плавкого запобіжника, В		Випробувальна напруга змінного струму (дійове значення), В	Випробувальна напруга постійного струму, В
Змінний струм і постійний струм	До 60 включно	1 000	1 415
	61—300	1 500	2 120
	301—690	1 890	2 670
	691—800	2 000	2 830
	801—1 000	2 200	3 110
Тільки постійний струм	1 001—1 500		3 820

8.2.2.3 Метод випробовування

8.2.2.3.1 Випробувальну напругу треба прикладати з поступовим підвищенням до її повного значення, установленого в таблиці 15, за 1 хв.

Примітка. Сила струму короткого замикання джерела випробувальної напруги має бути не менше ніж 0,1 А за вставки, що відповідає випробувальній напрузі розімкненого кола

8.2.2.3.2 Тримач плавкого запобіжника треба випробовувати за вологих атмосферних умов.

Зволоження треба виконувати в камері вологості, що містить повітря з відносною вологістю від 91 % до 95 %.

Температуру повітря в місці розташування зразка треба підтримувати в межах 2 °С від будь-якого придатного значення T від 20 °С до 30 °С.

Перед розміщенням у камері вологості зразок має бути доведено до температури, що відрізняється від наведеного вище значення T не більше ніж на плюс 2 °С.

Зразок треба витримувати в камері 48 год.

Одразу після цього витримування та після обтирання будь-яких крапель води, що виникли від конденсації, треба виміряти опір ізоляції між точками, установленими у 8.2.2.1, прикладаючи напругу постійного струму приблизно 500 В.

8.2.3 Перевіряння придатності до відокремлення

Ізоляційні проміжки більші за значення, наведені в таблиці 9, можна перевірити вимірюванням розмірів або випробувальною напругою.

8.2.3.1 Точки прикладання випробувальної напруги

Випробувальну напругу для перевіряння придатності до відокремлення треба прикладати між виводами, коли плавку вставку та пристрій для її замінювання чи тримач плавкої вставки, за наявності, видалено, чи коли устаткування перебуває у своєму нормальному розімкненому стані з плавкою вставкою, розміщеною всередині тримача плавкої вставки.

8.2.3.2 Значення випробувальної напруги

Випробувальну напругу для перевіряння номінальної імпульсної витримуваної напруги наведено в таблиці 16.

Таблиця 16 — Випробувальна напруга між полюсами для перевіряння придатності до відокремлення

Номінальна імпульсна витримувана напруга $U_{\text{имр}}$, кВ	Випробувальні напруги та відповідна висота над рівнем моря $U_{1,2/50}$, кВ				
	Рівень моря	200 м	500 м	1 000 м	2 000 м
0,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
1,5	2,3	2,3	2,2	2,2	2
2,5	3,5	3,5	3,4	3,2	3
4,0	6,2	6,0	5,8	5,6	5
6,0	9,8	9,6	9,3	9,0	8
8,0	12,3	12,1	11,7	11,1	10
12,0	18,5	18,1	17,5	16,7	15

8.2.3.3 Метод випробовування

Імпульсну напругу 1,2/50 мкс відповідно до таблиці 16 треба прикладати п'ять разів для кожної полярності з проміжками в 1 с, щонайменше.

8.2.4 Прийнятність результатів випробування

8.2.4.1 Унаслідок прикладання випробувальної напруги відповідно до таблиці 15 не повинно бути жодного пробоя ізоляції чи іскріння. Тліючими розрядами, що не супроводжуються зниженням напруги, можна нехтувати.

Не повинно бути електричного пробоя під час випробовування імпульсною напругою.

8.2.4.2 Опір ізоляції, виміряний відповідно до 8.2.2.3.2, має бути не менше ніж 1 МОм.

8.3 Перевіряння підвищення температури та втрат потужності**8.3.1 Розміщення плавкого запобіжника**

Для випробовування треба застосовувати один запобіжник, якщо іншого не встановлено виробником.

Запобіжник має бути встановлено на відкритому повітрі, як визначено у 8.1.4, для того щоб переконатися, що на результати випробовування не впливатимуть певні умови встановлення.

Випробовувати треба за температури навколишнього повітря (20 ± 5) °С.

З'єднання з обох боків кожного окремого запобіжника має бути довжиною не менше ніж 1 м. По можливості необхідно чи бажано встановлювати більше ніж один запобіжник під час комплексного випробовування, запобіжники можна підмикати послідовно. У результаті цього повна довжина з'єднань між виводами двох послідовних запобіжників буде близько 2 м. Кабель має бути прямим, наскільки це можливо.

За винятком зазначеного в наступних частинах, площу поперечного перерізу треба вибирати відповідно до таблиці 17. За значень номінальної сили струму до 400 А треба застосовувати для з'єднання одножильні мідні електрокабелі, ізольовані чорним полівінілхлоридом (ПВХ). За значень номінальної сили струму від 500 А до 800 А можна застосовувати одножильні мідні електрокабелі, ізольовані чорним ПВХ, або голі мідні шини. За більших значень номінальної сили струму можна застосовувати лише мідні шини, пофарбовані в матовий чорний колір. Крутні моменти для гвинтів, що з'єднують кабелі з виводами, наведено в наступних частинах.

8.3.2 Вимірювання підвищення температури

Значення підвищення температури, наведені в таблиці 5 для контактів і виводів плавкого запобіжника, треба визначати найбільш придатними вимірювальними пристроями за умови, що вони помітно не впливатимуть на температуру частини запобіжника. Застосований метод треба зазначити в протоколі випробування.

8.3.3 Вимірювання втрат потужності в плавкій вставці

Плавку вставку треба встановити в тримач плавкого запобіжника чи у випробувальний стенд, як визначено в наступних частинах. Розміщення за випробовування має відповідати 8.3.1.

Втрати потужності треба вимірювати у ватах, точки, між якими виконують вимірювання, має бути вибрано на плавкій вставці так, щоб одержати максимальне значення. Точки для вимірювання наведено в наступних частинах.

8.3.4 Метод випробовування

Випробовування (див. 8.3.4.1 і 8.3.4.2) мають тривати, доки не стане очевидним, що підвищення температури не буде перевищувати зазначені норми, якщо випробовування триватимуть до досягнення усталеної температури. Вважають, що усталеної температури досягнуто, якщо зміна температури не перевищує 1 °С за годину. Вимірювати треба протягом останньої чверті години випробовування. Можна виконувати випробовування за зниженої напруги.

8.3.4.1 Підвищення температури тримача плавкого запобіжника

Випробовування на підвищення температури треба виконувати за змінного струму, застосовуючи плавку вставку, яка за номінального струму тримача запобіжника досягає втрат потужності, що дорівнюють унормованій допустимій потужності розсіювання тримача запобіжника, чи макет плавкої вставки, якщо це встановлено в наступних частинах. Прикладений струм має дорівнювати номінальному струму тримача плавкого запобіжника.

8.3.4.2 Втрати потужності в плавкій вставці

Випробовування треба виконувати змінним струмом за номінальної сили струму плавкої вставки.

Таблиця 17 — Площа поперечного перерізу мідних провідників для випробовування відповідно до 8.3 і 8.4

Номінальна сила струму, А	Площа поперечного перерізу, мм ² або мм × мм	Номінальна сила струму, А	Площа поперечного перерізу, мм ² або мм × мм
2	1	80	25
4	1	100	35
6	1	125	50
8	1,5	160	70
10	1,5	200	95
12	1,5	250	120
16	2,5	315	185
20	2,5	400	240
25	4	500	2 × 150 або 2 × (30 × 5) ^{a)}
32	6	630	2 × 185 або 2 × (40 × 5) ^{a)}
40	10	800	2 × 240 або 2 × (50 × 5) ^{a)}
50	10	1 000	2 × (60 × 5) ^{a)}
63	16	1 250	2 × (80 × 5) ^{a)}

^{a)} Рекомендовані площі поперечного перерізу для запобіжників, спроектованих для підімкнення до мідних шин. Тип і розміщення застосовуваних з'єднань треба зазначити в протоколі випробування. Для шин, пофарбованих у матовий чорний колір, відстань між двома паралельними шинами однакової полярності має становити приблизно 5 мм.

Примітка. Значення, наведені в таблиці 17, а також норми підвищення температури, установлені в таблиці 5, треба вважати стандартними, які дійсні для випробовування на підвищення температури, установленого у 8.3.4. Плавкий запобіжник, застосований чи перевірений за умов, які відповідають цій установці, може мати з'єднання, тип, характер і розміщення яких відрізняється від цих умов випробовування. У результаті може бути досягнуто чи прийнято інші норми підвищення температури.

8.3.5 Прийнятність результатів випробування

Підвищення температури не повинно перевищувати значення, установлені в таблиці 5.

Втрати потужності в плавкій вставці не повинні перевищувати її номінальних втрат потужності чи значення, визначеного в наступних частинах. Допустима потужність розсіювання тримача плав-

кого запобіжника має бути не менше, ніж номінальні втрати потужності плавких вставок, призначених для застосування в цьому тримачі запобіжника, чи значень, установлених у наступних частинах.

Після випробовування плавкий запобіжник має перебувати в задовільному стані. Зокрема ізоляційні частини тримачів запобіжника мають витримувати випробувальну напругу відповідно до 8.2 після охолодження до температури навколишнього середовища (див. таблицю 15); окрім того, вони не повинні мати жодних пошкоджень, які погіршили б їх нормальну роботу.

8.4 Перевіряння спрацьовування

8.4.1 Розміщення плавкого запобіжника

Розміщення під час випробовування зазначено у 8.1.4.

Довжина та площа поперечного перерізу підімкнених провідників мають відповідати встановленим у 8.3.1 та їх треба вибирати відповідно до номінальної сили струму плавкої вставки. Див. таблицю 17.

8.4.2 Температура навколишнього повітря

Температура навколишнього повітря протягом цих випробовувань має бути (20 ± 5) °С.

8.4.3 Метод випробовування та прийнятність результатів випробування

8.4.3.1 Перевіряння за умовного струму неплавлення й умовного струму плавлення

Можна виконувати наведені нижче випробовування за зниженої напруги.

а) Плавку вставку піддають дії умовного струму неплавлення (I_{nf}) протягом часу, який дорівнює умовному часу, зазначеному в таблиці 2. Вона не повинна спрацьовувати протягом цього часу.

б) Плавку вставку після охолодження до температури навколишнього середовища піддають дії умовного струму плавлення (I_f). Вона має спрацювати в межах умовного часу, зазначеного в таблиці 2.

8.4.3.2 Перевіряння за номінального струму плавких вставок «g»

Для перевіряння за номінального струму плавкої вставки виконують наведені нижче випробовування, за яких плавкий запобіжник має бути встановлено, як зазначено у 8.4.1. Можна виконувати ці випробовування за зниженої напруги.

Одну плавку вставку піддають циклічному випробовуванню протягом 100 год, за якого плавку вставку циклічно навантажують. Кожен цикл складається з періоду робочого стану протягом умовного часу та періоду неробочого стану, що становить 0,1 від значення умовного часу, випробувальна сила струму становить 1,05 від значення номінальної сили струму плавкої вставки. Після випробовування плавка вставка не повинна змінити своїх характеристик. Перевіряння треба виконувати випробовуванням, як описано у 8.4.3.1 а).

8.4.3.3 Перевіряння часострумівих характеристик і розкиду

8.4.3.3.1 Часострумівих характеристики

Часострумівих характеристики можна перевірити на підставі результатів, одержаних з осцилографічних записів, виконуваних протягом випробовування відповідно до 8.5.

Визначають такі періоди:

- 1) від моменту замикання кола до моменту, коли вимірювання напруги показують початок дуги;
- 2) від моменту замикання кола до моменту, коли його явно розімкнено.

Установлені саме так значення переддугового часу та часу спрацьовування, віднесені до осі абсцис відповідно до значення очікуваної сили струму, мають перебувати в межах часострумівих зони, визначеної виробником або встановленої в наступних частинах.

Для плавких вставок з однорідної серії (див. 8.1.5.2) повний обсяг випробовування згідно з 8.5 виконують тільки для тієї плавкої вставки, що має найбільше значення номінальної сили струму, для менших значень номінальної сили струму достатньо перевірити тільки переддуговий час. У цьому разі треба виконувати додаткові випробовування за температури навколишнього повітря (20 ± 5) °С і тільки за наведених нижче значень очікуваної сили струму:

— для плавких вставок «g», крім «gD», «gG» і «gM», оскільки відповідні випробовування виконують за перевіряння розкиду (див. 8.4.3.3.2):

випробовування 3а) у 10—20 разів;

випробовування 4а) у 5—8 разів;

випробовування 5а) у 2,5—4 рази більше від значення номінальної сили струму плавкої вставки;

— для плавких вставок «а»:

випробовування 3а) у $5 k_2$ — $8 k_2$ рази;

випробовування 3б) у $2 k_2$ — $3 k_2$ рази;

випробовування 5а) у k_2 — $1,5 k_2$ рази більше від значення номінальної сили струму плавкої вставки (див. рисунок 2).

Ці додаткові випробовування можна виконувати за зниженої напруги. У цьому разі, якщо переддугувий час більше ніж 0,02 с, то значення сили струму, виміряне під час випробовування, вважають значенням очікуваної сили струму.

8.4.3.3.2 Перевіряння розкиду

Наведені нижче випробовування можна виконувати за зменшеної напруги.

Додатково до наведених вище випробовувань для плавких вставок «gG» і «gM» має бути перевірено таке.

а) Плавку вставку піддають дії струму за таблицею 3, колонка 2, протягом 10 с. Вона не повинна спрацювати.

б) Плавку вставку піддають дії струму за таблицею 3, колонка 3. Вона має спрацювати протягом 5 с.

в) Плавку вставку піддають дії струму за таблицею 3, колонка 4, протягом 0,1 с. Вона не повинна спрацювати.

г) Плавку вставку піддають дії струму за таблицею 3, колонка 5. Вона має спрацювати протягом 0,1 с.

Додатково до випробовування за 8.4.3.3.1 плавкі вставки «аМ» треба піддавати наведеним нижче випробовуванням, які можна виконувати за зниженої напруги.

е) Плавку вставку піддають дії струму за таблицею 4, колонка 2, протягом 60 с. Вона не повинна спрацювати.

ф) Плавку вставку піддають дії струму за таблицею 4, колонка 3. Вона має спрацювати протягом 60 с.

г) Плавку вставку піддають дії струму за таблицею 4, колонка 5, протягом 0,2 с. Вона не повинна спрацювати.

h) Плавку вставку піддають дії струму за таблицею 4, колонка 7. Вона має спрацювати протягом 0,10 с.

Примітка. Випробовування ф) і г) можна підтвердити випробовуваннями на вимикальну здатність № 4 й № 5 відповідно.

Ці випробовування для плавких запобіжників «аМ» треба виконувати з провідниками, площі поперечного перерізу яких визначено в таблиці 18.

Таблиця 18 — Площа поперечного перерізу мідних провідників для випробовування плавких запобіжників «аМ»

Номінальна сила струму, А	Площа поперечного перерізу, мм ² або мм × мм	Номінальна сила струму, А	Площа поперечного перерізу, мм ² або мм × мм
2	1,5	80	50
4	1,5	100	70
6	1,5	125	95
8	2,5	160	120
10	2,5	200	185
12	2,5	250	240
16	4	315	2 × 150 або 2 × (30 × 5)
20	6	400	2 × 185 або 2 × (40 × 5)
25	10	500	2 × 240 або 2 × (50 × 5)
32	16	630	2 × (60 × 5)
40	25	800	2 × (80 × 5)
50	25	1 000	2 × (100 × 5)
63	35	1 250	2 × (100 × 5)

8.4.3.4 Перевантага

Розміщення під час випробовування таке саме, як для випробовування на нагрівання (див. 8.3.1). Три плавкі вставки має бути піддано 50-ти імпульсам з однаковою тривалістю й однаковим значенням випробувальної сили струму.

Для плавких вставок «g» значення випробувальної сили струму має дорівнювати 0,8 від значення сили струму, визначеного виробником для мінімальних переддугових часострумкових характеристик за переддугового часу 5 с. Тривалість кожного імпульсу має бути 5 с, а проміжок часу між імпульсами має бути 20 % від умовного часу, зазначеного в таблиці 2.

Для плавких вставок «а» значення випробувальної сили струму має дорівнювати $k_1 I_n \pm 2\%$. Тривалість імпульсу має відповідати зазначеній на кривій перевантаги для $k_1 I_n$, як визначив виробник. Проміжки між імпульсами мають у тридцять разів перевищувати тривалість імпульсу.

Це випробовування можна виконувати за зниженої напруги.

Примітка. За узгодженістю з виробником проміжок між імпульсами може бути зменшено.

Після охолодження до температури навколишнього повітря плавкі вставки піддають дії струму, значення сили якого дорівнює значенню сили струму під час випробовування перевантагою. Переддуговий час, виміряний за такої сили струму, має перебувати в межах часострумкової зони виробника.

8.4.3.5 Умовний захист кабелю від перевантаги (тільки для плавких вставок «gG»)

Для того щоб перевірити, що плавкі вставки здатні захистити кабелі від перевантаги, одну плавку вставку піддають наведеному нижче обумовленому випробовуванню. Плавку вставку встановлюють у відповідному тримачі плавкого запобіжника чи на випробувальному стенді, як зазначено у 8.4.1, але з ізольованими ПХВ мідними провідниками площею поперечного перерізу, зазначеною в таблиці 19. Плавкий запобіжник і провідник, приєднаний до нього, треба підігріти номінальним струмом плавкої вставки протягом умовного часу.

Потім випробувальну силу струму збільшують до значення $1,45 I_z$ (I_z устанавлено в таблиці 19). Плавка вставка має спрацювати за час, менший за умовний.

Це випробовування можна виконувати за зниженої напруги.

Примітка. Випробовування можна не виконувати, якщо добуток $1,45 I_z$ більше, ніж значення умовної сили струму плавлення.

Таблиця 19 — Таблиця для випробовування за 8.4.3.5

I_n плавкої вставки, А	Номінальна площа поперечного перерізу мідних провідників, мм ²	I_z^a , А
12	1	15
16	1,5	19,5
20 і 25	2,5	27
32	4	36
40	6	46
50 і 63	10	63
80	16	85
100	25	112
125	35	138
160	50	168
200	70	213
250	120	299
315	185	392
400	240	461

^{a)} Допустима сила струму I_z для двох навантажених провідників (див. таблицю А.52-2 ІЕС 60364-5-52).

8.4.3.6 Спрацьовування індикаторів і бійчика, якщо вони є

Правильність спрацьовування індикаторів перевіряють разом із вимикальною здатністю (див. 8.5.5).

Для перевіряння спрацьовування бійчиків, якщо вони є, треба перевірити додатковий випробувальний зразок за струму

— I_4 (див. таблиці 20 і 21) у разі плавких вставок «g»;

— $2k_1 I_n$ у разі плавких вставок «а» (див. рисунок 2);

та за відновної напруги:

— 20 В для номінальних напруг, що не перевищують 500 В;

— $0,04 U_n$ для номінальних напруг вище ніж 500 В.

Значення відновної напруги може бути перевищено на 10 %.

Бійчик має спрацьовувати під час усіх випробовувань, виконуваних за відновної напруги, що не менше ніж 20 В.

У разі відмови індикатора чи бійчика під час одного з цих випробовувань випробовування не треба

вважати незадовільним, якщо виробник може надати докази, що така відмова не типова для плавкого запобіжника, а є дефектом певного випробовуваного зразка.

8.5 Перевіряння на вимикальну здатність

8.5.1 Розміщення плавкого запобіжника

Розміщення під час випробовування зазначено у 8.1.4.

Відповідні провідники треба закріпити на відстані приблизно 0,2 м з обох боків зібраного плавкого запобіжника в площині приєднаного пристрою та в напрямку з'єднувальної лінії між виводами запобіжника. На цій відстані їх треба жорстко закріпити. Після цієї точки їх треба зігнути під прямим кутом у зворотному напрямку. Це розміщення вважають таким, що задовольняє вимоги під час застосування випробувальних стендів, як визначено в наступних частинах.

8.5.2 Характеристики схеми випробовування

Приклад схеми випробовування зображено на рисунку 5.

Схема випробовування має бути однополюсною, тобто один плавкий запобіжник треба перевіряти за напруги, відповідної його номінальній напрузі.

Примітка. Вважають, що однофазне випробовування надає достатню інформацію для застосування також у трифазних колах.

Джерело енергії, що живить схему випробовування, має бути достатньої потужності для забезпечення встановлених характеристик.

Джерело енергії має бути захищено автоматичним вимикачем або іншими подібними пристроями D; регульовальний резистор R, підімкнений послідовно з регульовальною індуктивністю L, мають надавати змогу коригувати характеристики схеми випробовування. Схему має бути замкнено через відповідний пристрій C.

Значення, які треба розглянути, наведено в таблицях 20 і 21.

— Для змінного струму:

Якщо номінальна частота плавкого запобіжника становить 50 Гц або 60 Гц або її не зазначено (див. 5.4), то випробовування треба виконувати за частоти мережі живлення від 45 Гц до 62 Гц. Якщо зазначено інші частоти, то випробовування треба виконувати за цих частот з допустимими відхилами $\pm 20\%$.

Індуктивність L повинна мати повітряне осердя для випробовування № 1 і № 2.

Максимальне значення відновної напруги промислової частоти в межах першого повного напівперіоду після відімкнення та для наступних п'яти послідовних піків має відповідати максимальному значенню, відповідному дійовому значенню, установленому в таблиці 20.

— Для постійного струму:

Випробовування на вимикальну здатність треба виконувати за постійного струму в індуктивному колі з послідовним опором для регулювання очікуваної сили струму. Індуктивність може бути виготовлено з послідовним і паралельним з'єднанням відповідних котушок індуктивності. Вони можуть мати залізні осердя за умови, що ті не насичуються протягом випробовування.

Стала часу має бути в межах, визначених у таблиці 21.

Середнє значення постійної відновної напруги протягом 100 мс після гасіння дуги має бути не менше від значень, установлених у таблиці 21.

8.5.3 Вимірювальні прилади

Криву струму треба записувати одним із вимірювальних кіл O_1 осцилографа, підімкненого до виводів відповідного вимірювального приладу. Інше вимірювальне коло O_2 осцилографа має бути підімкнено через резистори чи трансформатор напруги, будь-як, до виводів джерела енергії під час калібрування та виводів плавкого запобіжника під час наступного випробовування.

Напруги дуги, що виникає протягом випробовувань № 1 і № 2, треба вимірювати за допомогою вимірювального кола (тобто давача, передавального та записувального приладу), яке має відповідну чутливість та частотну характеристику. Можна застосовувати осцилограф, якщо він відповідає цим вимогам.

Таблиця 20 — Значення для випробовування запобіжників змінного струму на вимикальну здатність

		Випробовування згідно з 8 5 5 1				
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Відновна напруга промислової частоти		105 ⁺⁵ ₀ % від номінальної напруги для номінальної напруги 690 В ^{а)} 110 ⁺⁵ ₀ % від номінальної напруги для інших номінальних напруг ^{а)}				
Очікувана випробувальна сила струму	Для плавких вставок «g»	I_1	I_2	$I_3 = 3,2 I_f$	$I_4 = 2,0 I_f$	$I_5 = 1,25 I_f$
	Для плавких вставок «a»			$I_3 = 2,5 k_2 I_n$	$I_4 = 1,6 k_2 I_n$	$I_5 = k_2 I_n$
Допустимий відхил сили струму		+10 ₀ % ^{а)}	Не застосовують	± 20 %	+20 ₀ %	
Коефіцієнт потужності		0,2—0,3 для очікуваної сили струму до 20 кА включно, 0,1—0,2 для очікуваної сили струму вище ніж 20 кА	0,2—0,3 для очікуваної сили струму до 20 кА включно, 0,1—0,2 для очікуваної сили струму вище ніж 20 кА	0,3—0,5 ^{б)}		
Кут вмикання після нульової напруги		Не застосовують	0 ⁺²⁰ ₀ °	Не зазначають		
Виникнення дуги після нульової напруги ^{с)}		Для одного випробовування 40°—65° Для двох і більше. 65°—90°	Не застосовують	Не застосовують		
<p>Примітка. Цю умову вважають виконаною, якщо сила струму на початку утворення дуги досягла значення від $0,60 \sqrt{2}$ до $0,75 \sqrt{2}$ від очікуваної сили струму (дійове значення змінного складника струму)</p> <p>Для практичного застосування значення сили струму I_2 може бути в 3—4 рази більше від значення сили струму (симетричне дійове значення), що відповідає переддуговому часу одного напівперіоду</p> <p>I_3, I_4, I_5 — вважають, що випробовування, виконані за таких значень сили струму, підтверджують здатність плавкого запобіжника задовільно спрацьовувати в діапазоні невеликих надструмів</p> <p>I_f — умовна сила струму плавлення (див 8 4 3 1) для умовного часу, наведеного в таблиці 2</p> <p>k_2 — див рисунок 2</p> <p>а) За узгодженістю з виробником допустимі відхилення може бути збільшено</p> <p>б) За узгодженістю з виробником коефіцієнт потужності може бути менше ніж 0,3</p> <p>с) Якщо важко забезпечити виконання вимоги утворення дуги в діапазоні 40°—65° після нульової напруги, то треба виконувати випробовування з кутом вмикання після нульової напруги 0⁺¹⁰₀°</p> <p>Якщо під час цього випробовування дуга виникає за кута більше ніж 65° після нульової напруги, то треба прийняти це випробовування замість того, що задовольняє вимоги щодо 40°—65° до моменту виникнення дуги. Якщо дуга виникає за кута менше ніж 40° після нульової напруги то треба провести три випробовування зазначені в таблиці</p> <p>I_1 — значення сили струму, яке застосовують у позначці номінальної вимикальної здатності (див 5 7)</p> <p>I_2 — значення сили струму, яке треба вибрати так щоб випробовування виконувати за приблизно таких умов як ті, що забезпечують максимальну енергію дуги</p>						

Таблиця 21 — Значення для випробовування запобіжників постійного струму на вимикальну здатність

		Випробовування згідно з 8 5 5 1				
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Середнє значення відновної напруги ^{а)}		115 ⁺⁵ ₋₉ % від номінальної напруги ^{б)}				
Очікувана сила випробувального струму		I_1	I_2	$I_3 = 3,2 I_f$	$I_4 = 2,0 I_f$	$I_5 = 1,25 I_f$

Кінець таблиці 21

	Випробовування згідно з 8.5.5.1				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Допустимий відхил сили струму	+10% ^{b)} ₀	Не застосовують	± 20 %	+20% ₀	
Стала часу ^{b)}	15 мс—20 мс				
<p>a) Цей допустимий відхил охоплює пульсації.</p> <p>b) За узгодженістю з виробником це значення може бути збільшено.</p> <p>I_1 — значення сили струму, яке застосовують у позначці номінальної вимикальної здатності (див. 5.7).</p> <p>I_2 — значення сили струму, яке треба вибрати так, щоб випробовування виконувати за приблизно таких умов як ті, що забезпечують максимальну енергію дуги.</p> <p>Примітка. Цю умову вважають виконаною, якщо сила струму на початку виникнення дуги досягла значення від 0,5 до 0,8 від очікуваної сили струму.</p> <p>I_3, I_4, I_5 — вважають, що випробовування, виконані за таких значень сили струму, підтверджують здатність плавкого запобіжника задовільно спрацьовувати в діапазоні невеликих надструмів.</p> <p>I_f — умовна сила струму плавлення (див. 8.4.3.1) для умовного часу, наведеного в таблиці 2.</p>					

8.5.4 Калібрування схеми випробовування

Схему випробовування треба відкалібрувати з тимчасовим підімкненням А з незначним імпедансом порівняно із замінюваним у схемі (див. рисунок 5) випробовуваним запобіжником.

Резистори R та індуктивності L треба відрегулювати так, щоб одержати у визначений момент установлене значення сили струму, та

— у разі змінного струму — необхідний коефіцієнт потужності за відновної напруги промислової частоти $105^{+5}_0\%$ від номінальної напруги для запобіжника на 690 В і $110^{+5}_0\%$ від номінальної напруги для всіх інших запобіжників. Коефіцієнт потужності треба визначати одним із методів, установлених у додатку А чи іншими точнішими методами;

— у разі постійного струму — необхідну сталу часу за середнього значення відновної напруги $115^{+5}_0\%$ від номінальної напруги випробовуваного плавкого запобіжника.

Значення сталої часу надають на абсцисі ОА (див. рисунок 7а) у точці лінії струму, що відповідає 0,632 I.

Якщо застосовують індуктивності із залізним осердям, то зазначений вище метод може надати неправильні результати через залишковий магнетизм осердя. У таких випадках індуктивність можна збуджувати за необхідного випробувального струму через послідовний резистор й індуктивність, короткозамкнену через випробувальне коло, для вимірювання часу, за який сила струму зменшиться до 0,368 I. Коло живлення треба від'єднати одразу після закорочування індуктивності.

Схему випробовування можна покалібрувати за зниженої напруги за умови забезпечення відношення між напругою та струмом у схемі випробовування.

Схему треба підготувати замиканням пристрою D, затримку якого відрегульовано так, щоб надати змогу до розімкнення досягти відносно усталеного значення сили струму; потім треба замкнути пристрій С і записати осцилограму струму вимірювальним колом О1, осцилограму напруги перед замиканням пристрою С і після розмикання пристрою D записують вимірювальним колом О2.

Значення сили струму треба обчислювати за осцилограмою в додатку А. Додаток А наведено як приклад.

8.5.5 Метод випробовування

8.5.5.1 Для того щоб перевірити, що плавка вставка відповідає умовам 7.5, треба виконати випробовування № 1—№ 5, наведені нижче, із значеннями, установленими в таблиці 20 для змінного струму і в таблиці 21 для постійного струму (див. 8.5.2), якщо іншого не визначено в інших частинах.

Випробовування № 1 і № 2:

Для кожного з цих випробовувань необхідні зразки має бути перевірено послідовно.

Для змінного струму, якщо протягом випробовування № 1 задовольняють під час однієї чи кількох перевірянь вимоги випробовування № 2, то ці випробовування не треба повторювати як частину випробовування № 2.

Для постійного струму, якщо протягом випробовування № 1 дуга виникає за струму, що дорівнює чи більше за $0,5 I_1$, то випробовування № 2 виконувати не треба.

Для змінного струму, якщо значення очікуваної сили струму має відповідати вимогам випробовування № 2 і перевищує номінальну вимикальну здатність, то випробовування № 1 і № 2 треба замінити випробовуваннями, виконуваними зі струмом I_1 на шести зразках за шести кутів вмикання, що відрізняються приблизно на 30° за кожного випробовування.

Для перевіряння тримача плавкого запобіжника за максимальної витримуваної сили струму випробовування № 1 треба виконувати на повністю зібраній основі запобіжника з плавкою вставкою (див. 8.1.6) без або з тримачем плавкої вставки, якщо застосовно. Для цих випробовувань виникнення дуги має відбуватися від 65° до 90° після нульової напруги.

Випробовування № 3—№ 5:

Для кожного з випробовувань, якщо їх виконують за змінного струму, замикання кола залежно від проходження напруги через нуль може статися в будь-який момент.

Якщо випробувальний пристрій не надає змоги витримувати струм за повної напруги протягом усього необхідного часу, то плавкий запобіжник можна заздалегідь підігріти за зниженої напруги прикладанням струму, значення сили якого приблизно дорівнює значенню випробувальної сили струму. У цьому разі перемикання до схеми випробовування відповідно до 8.5.2 має відбуватися перед виникненням дуги, а час перемикання t_1 (проміжок без струму) не повинен перевищувати 0,2 с. Часовий проміжок між повторним проходженням струму та виникненням дуги має бути не менше ніж три t_1 .

8.5.5.2 Для одного з трьох випробовувань № 2 і випробовування № 4 треба підтримувати такі значення відновної напруги:

— 100^{+10}_0 % для запобіжника з номінальною напругою 690 В і 100^{+15}_0 % для всіх інших запобіжників;

— 100^{+20}_0 % для номінальної напруги постійного струму щонайменше:

— 30 с після спрацьовування плавких вставок, що не містять органічних матеріалів в корпусі чи заповнювачі;

— 5 хв після спрацьовування плавких вставок у всіх інших випадках, перемикання на інше джерело живлення може відбутися через 15 с, якщо час перемикання (проміжок без напруги) не перевищує 0,1 с.

Для всіх інших випробовувань відновну напругу треба підтримувати на тому самому значенні протягом 15 с після спрацьовування запобіжника.

Опір між контактами плавкої вставки треба вимірювати (див. 8.5.8) та записувати через щонайменше 6 хв та щонайбільше 10 хв після спрацьовування (за узгодженістю з виробником можливі менші строки, якщо плавка вставка не містить органічних матеріалів в корпусі чи заповнювачі).

8.5.6 Температура навколишнього повітря

Якщо результати випробування також треба застосовувати для перевіряння часострумівих характеристик (див. 8.4.3.3), то випробовування на вимикальну здатність треба виконувати за температури навколишнього повітря (20 ± 5) °С.

Якщо цих меж неможливо підтримувати, то можна виконувати випробовування на вимикальну здатність за температури навколишнього повітря між мінус 5 °С і 40 °С. У цьому разі випробовування № 4 і № 5 за таблицями 20 і 21 треба повторити за температури навколишнього повітря (20 ± 5) °С за зниженої напруги, щоб перевірити переддугові часоструміві характеристики.

8.5.7 Витлумачення осцилограм

На рисунках 6 і 7 зображено за допомогою прикладу метод витлумачування осцилограм у різних випадках.

Відновну напругу треба визначати за осцилограмою, яка відповідає випробовуваному запобіжнику, й оцінити, як зображено на рисунках 6b і 6c для змінного струму та на рисунках 7b і 7c для постійного струму.

Значення відновної напруги змінного струму треба вимірювати між максимумом другої напівхвилі, що не піддається впливу, і прямою лінією, проведеною між максимумами попередньої та наступних напівхвиль.

Значення відновної напруги постійного струму треба вимірювати як середнє значення за період часу 100 мс після остаточного згасання дуги.

Для визначення значення очікуваної сили струму треба криву струму, одержану під час калібрування схеми (рисунок 6а для змінного струму та рисунок 7а для постійного струму), порівняти з кривою, одержаною за випробовування на вимикальну здатність (рисунки 6b і 6с для змінного струму, рисунки 7b і 7с для постійного струму).

Для змінного струму очікувана сила струму — це дійове значення змінного складника калібрувальної кривої, відповідної моменту виникнення дуги.

Якщо час між моментом, коли схему замкнуто, та моментом виникнення дуги менше від напівперіоду, то значення очікуваної сили струму треба вимірювати після спливання часу, що дорівнює напівперіоду.

Для постійного струму, якщо вимикання не відбувається, значення очікуваної сили струму треба визначати за калібрувальною осцилограмою в момент виникнення дуги. Якщо є пульсації, то треба накреслити криву дійових значень та вважати за очікувану силу струму значення, що відповідає моменту виникнення дуги.

Якщо вимикання відбувається, то значення очікуваної сили струму — це максимальне установлене значення, одержане з калібрувальних осцилограм. Якщо є пульсації, то треба накреслити криву дійових значень та вважати за очікувану силу струму максимальне значення цієї кривої.

8.5.8 Прийнятність результатів випробовування

Напруга дуги, що виникає за спрацьовування плавкої вставки під час випробовування № 1 і № 2, не повинна перевищувати значення, установлені в 7.5 (таблиця 6).

Плавка вставка має спрацьовувати без зовнішніх ефектів або пошкодження складових частин зібраного запобіжника, окрім зазначеного нижче.

Не повинно відбуватися утворення сталої дуги, іскріння чи будь-якого викиду полум'я, яке може бути небезпечним для оточення.

Після спрацьовування складові частини запобіжника, окрім тих, що призначено замінювати після кожного спрацьовування, не повинні мати пошкоджень, які перешкоджатимуть їхньому подальшому застосуванню.

Плавкі вставки не повинно бути пошкоджено так, що їх замінювання стане складним або небезпечним для оператора. Плавкі вставки чи їхні частини можуть змінити свій колір або можуть мати тріщини за умови, що перед її видаленням із тримача плавкої вставки чи випробувального стенда плавка вставка залишається неподільною.

Опір між контактами плавкої вставки, виміряний після кожного випробовування (див. 8.5.5.2) за постійної напруги приблизно 500 В, має щонайменше дорівнювати:

- 50 000 Ом, якщо номінальна напруга плавкої вставки не перевищує 250 В;
- 100 000 Ом у всіх інших випадках.

8.6 Перевіряння характеристик струму вимикання

8.6.1 Метод випробовування

Якщо виробник установив характеристику струму вимикання, то цю характеристику треба перевіряти за очікуваного струму у зв'язку з випробовуванням № 1 (див. 8.5) і відповідне значення треба обчислювати за осцилограмами.

8.6.2 Прийнятність результатів випробування

Виміряні значення не повинні перевищувати значень, установлених виробником (див. 5.8.1).

8.7 Перевіряння характеристик I^2t і селективності за надструму

8.7.1 Метод випробовування

Характеристики I^2t , установлені виробником, треба перевірити за результатами випробування вимикальної здатності, чи можна обчислювати з вимірних значень, урахувавши умови експлуатування (див. додаток В).

8.7.2 Прийнятність результатів випробування

Виміряні значення I^2t спрацьовування не повинні перевищувати значень, установлених виробником або зазначених у наступних частинах. Значення переддугового I^2t мають бути не менше, ніж мінімальні переддугові значення, визначені виробником, або вони мають бути в межах значень, наведених у таблиці 7 (див. 5.8.2 і додаток В).

Значення I^2t спрацьовування, установлені випробовуваннями на вимикальну здатність, можна застосовувати для обчислення значень для інших напруг за формулою, наведеною в розділі В.3.

8.7.3 Перевіряння відповідності плавких вставок за 0,01 с

Відповідність таблиці 7 визначають зі значень переддугового I^2t , одержаних під час випробовування за I_2 , і значень переддугового I^2t за 0,1 с.

Значення переддугового I^2t для режиму випробовування I_2 для менших значень номінальної сили струму з однорідної серії можна обчислювати за формулою, наведеною в додатку В.

8.7.4 Перевіряння селективності за надструму

Селективність плавких вставок перевіряють через часострумкові характеристики та значення переддугового I^2t і I^2t спрацьовування.

Примітка. У більшості випадків селективність між запобіжниками «gG» і/або «gM» відбувається за очікуваної сили струму, яка спричиняє переддуговий час більше ніж 0,01 с. Відповідність значенням переддугового I^2t , наведеним у таблиці 7, вважають гарантією селективності для цих значень часу за відношення значень номінальних сил струмів 1,6 : 1.

8.8 Перевіряння ступеня захисту корпусу

Якщо плавкий запобіжник змонтовано в корпусі, то ступінь захисту, як визначено в 5.1.3, треба перевірити за умов, установлених в ІЕС 60529.

8.9 Перевіряння теплостійкості

Якщо іншого не визначено в наступних частинах, то теплостійкість можна оцінювати за результатами всіх випробувань, зокрема згідно з 8.3, 8.4, 8.5 і 8.10.

8.10 Перевіряння цілісності контактів

Випробовуванням за жорстких умов експлуатування треба перевірити, що контакти не пошкоджуються, якщо їх не застосовують протягом тривалого періоду.

8.10.1 Розміщення плавкого запобіжника

Це випробовування треба виконувати на трьох зразках. Випробовувані зразки розміщують у схемі випробовування так, щоб вони не впливали один на одного. Випробувальний пристрій та макет плавких вставок мають бути такими самими, які застосовують для перевіряння на підвищення температури та втрат потужності (див. 8.1.4, 8.3.1 і 8.3.4.1).

Зразки забезпечують стандартними макетами плавких вставок, що мають найбільше значення номінальної сили струму з призначених для застосування в тримачі плавкого запобіжника (див. наступні частини).

8.10.2 Метод випробовування

Випробувальні цикли складаються з періоду з навантагою та періоду без навантаги за умовний час. Випробувальний струм протягом періодів із навантагою та без навантаги встановлено в наступних частинах.

Випробовувані зразки піддають першому випробовуванню з 250 циклів. Якщо результати випробування задовільні, то випробовування зупиняють. Якщо результати випробування перевищують визначені норми, то випробовування продовжують до 750 циклів.

Перед початком циклічного випробовування підвищення температури та/чи спад напруги на контактах, визначені в наступних частинах, треба виміряти за номінальної сили струму за досягнення усталених умов. Вимірювання треба повторити після 250 циклів і за потреби після 750 циклів.

Якщо запобіжники настільки малі, що забезпечити достовірні вимірювання на контактах неможливо, то можна застосовувати, як критерії випробовування, вимірювання на выводах.

8.10.3 Прийнятність результатів випробування

Після 250 циклів, і за потреби після 750 циклів, виміряні значення не повинні перевищувати норм, установлених в наступних частинах.

8.11 Механічні й інші випробовування**8.11.1 Механічна міцність**

Якщо іншого не визначено в наступних частинах, то механічні характеристики плавкого запобіжника та його частин оцінюють під час нормального обслуговування та монтування, а також за результатами випробування вимикальної здатності (див. 8.5).

8.11.2 Інші випробовування**8.11.2.1 Перевіряння відсутності сезонного корозійного розтріскування**

Для того щоб перевірити, що струмопровідні частини, виготовлені з мідного прокату з умістом міді менше ніж 83 %, не мають сезонного корозійного розтріскування, виконують наведене нижче випробовування.

Із трьох зразків видаляють увесь жир, занурюючи їх протягом 10 хв у відповідний розчин. Плавкі вставки перевіряють окремо, тоді як тримачі запобіжника перевіряють лише в зібраному запобіжнику.

Зразки треба розмістити на 4 год у випробувальну камеру за температури $(30 \pm 10) ^\circ\text{C}$.

Після цього зразки розміщують на 8 год у випробувальну камеру, на дні якої є розчин хлористого амонію зі значенням РН 10—11.

Для 1 л розчину хлористого амонію належне значення РН може бути одержано так:

107 г хлористого амонію (NH_4Cl) змішують із 0,75 л дистильованої води та доповнюють до 1 л, додаючи 30 % гідрат окислу натрію (виготовленого з якісного кислого залишку сортового NaOH та дистильованої води). Значення РН не змінюється. Вимірювати значення РН треба скляним електродом.

Відношення об'єму випробувальної камери до об'єму розчину має становити 20 : 1.

На зразках не повинно бути жодних тріщин, видимих неозброєним оком, а будь-який синюватий наліт видаляють сухою тканиною. Контактні ковпачки плавких вставок не можна змінювати вручну.

8.11.2.2 Перевіряння стійкості до аномального нагрівання та вогню

Якщо іншого не визначено в наступних частинах, то застосовують наведене нижче. Частини з ізоляційних матеріалів, окрім кераміки, які не є необхідними для утримання струмопровідних частин в потрібному положенні, хоча вони й контактують з ними, перевіряють відповідно до 8.11.2.2.5а).

Примітка. Кожухи, які є частиною плавкого запобіжника, треба перевіряти тим самим методом, що й запобіжник. В інших випадках кожухи треба перевіряти відповідно до ІЕС 60529.

Частини з ізоляційних матеріалів, окрім кераміки, необхідні для утримання струмопровідних частин і частини кола уземлення, якщо вони є, перевіряють відповідно до 8.11.2.2.5b).

8.11.2.2.1 Загальний опис випробовування

Випробовування виконують для підтвердження, що:

— визначена петля дроту з активним опором, який електрично нагріто до температури, зазначеної для цього устаткування, не спричиняє займання частин з ізоляційного матеріалу;

— частина з ізоляційного матеріалу, яку можна запалити електрично нагрітим випробувальним дротом за певних умов, має обмежену тривалість горіння, без поширення полум'я, горючих крапель або розжарених часток, що випадають зі зразка.

Випробовування виконують на одному зразку. У разі сумніву щодо результатів випробування повторюють на двох наступних зразках.

8.11.2.2.2 Опис випробувального пристрою

Дріт розжарювання з нікелю/хрому (80/20) згинають у формі петлі; формування петлі має бути таким, щоб уникнути злому на згині.

Для вимірювання температури розжареного дроту застосовують термопару з армованого тонкого дроту повним діаметром 0,5 мм і хромель-алюмелеві проводи з точкою зварювання, розміщеною в оболонці.

Дріт розжарювання з термопарою зображено на рисунку 8.

Оболонку виготовляють із металу, стійкого до температури щонайменше $960 ^\circ\text{C}$. Термопару розміщують в отворі діаметром 0,6 мм, просвердленому на згині розжареного дроту, як зображено на деталі Z рисунка 8. Електрорушійна сила має відповідати вимогам ІЕС 60584-1; характеристики, наведені в цьому стандарті, практично лінійні. Охолодження з'єднань забезпечують таненням льоду, окрім випадків, коли надійну унормовану температуру одержують іншими засобами, наприклад компенсаційною коробкою. Прилад для вимірювання електрорушійної сили термопари має бути класу 0,5.

Дріт розжарювання нагрівають електричним струмом, необхідним для нагрівання згину до температури $960 ^\circ\text{C}$ — від 120 А до 150 А.

Випробувальний пристрій має бути спроектовано так, щоб дріт розжарювання зберігав горизонтальне положення з прикладанням до зразка зусилля в 1 Н та щоб це зусилля не змінювалося, якщо дріт розжарювання та зразок переміщують горизонтально один до одного на відстань щонайменше 7 мм.

На відстані 200 мм нижче від місця, де розжарений дріт прикладають до зразка, розміщують кусок білої соснової дошки завтовшки приблизно 10 мм, покритий одним шаром цигаркового паперу.

Цигарковий папір визначено в 6.86 ІСО 4046 як тонкий, м'який, відносно міцний папір, що зазвичай застосовують для пакування крихких виробів, його щільність має бути від 12 г/м² до 30 г/м².

Приклад випробувального пристрою зображено на рисунку 9.

8.11.2.2.3 Попереднє оброблення

Перед випробовуванням зразок залишають на 24 год на повітрі за температури від 15 °С до 35 °С і відносної вологості від 35 % до 75 %.

8.11.2.2.4 Метод випробовування

Випробувальний пристрій розміщують у темній камері без протягів так, щоб полум'я, що виникає під час випробовування, було видимим.

До випробовування термопару треба покалібрувати за температури 960 °С, що здійснюють, розміщуючи срібну фольгу проби 99,8 % площею 2 мм² і завтовшки 0,06 мм, на верхній поверхні згину розжареного дроту.

Дріт розжарювання нагрівають до температури 960 °С, за якої плавиться срібна фольга. Через деякий час калібрування треба повторити для компенсації змін у термопарі та з'єднаннях. Вживати заходів для забезпечення пересування термопари треба за рухом згину розжареного дроту, спричиненого тепловим подовженням.

Для випробовування зразок розміщують так, щоб поверхня контакту зі згином розжареного дроту була вертикальною. Згин розжареного дроту прикладають до тої частини поверхні зразка, яка може піддаватися тепловому тиску, що виникає за нормального застосування.

Згин розжареного дроту прикладають у місцях, де деталь найтонша, але не більше ніж за 15 мм від верхнього краю зразка. Це застосовують у випадках, якщо поверхні, що підлягають тепловому тиску протягом нормального застосування устаткування, чітко не визначено.

По можливості згин розжареного дроту прикладають до плоских поверхонь, а не до жолобків, вибоїн, вузьких канавок або гострих країв.

Дріт розжарювання нагрівають електрично до визначеної температури, яку виміряють покаліброваною термопарою. Треба впевнитися, що до початку випробовування ця температура та струм нагрівання були сталими протягом щонайменше 60 с і випромінення тепла не впливало на зразок протягом цього періоду чи протягом калібрування; наприклад забезпеченням відповідної відстані чи застосуванням відповідного екрана.

Потім згин розжареного дроту прикладають до зразка та застосовують, як визначено. Протягом цього періоду підтримують струм нагрівання. Після цього розжарений дріт поволі віддаляють від зразка, уникаючи будь-якого подальшого нагрівання зразка та будь-якого руху повітря, яке може вплинути на результат випробування.

Рух згину розжареного дроту всередину зразка за натискання на нього має бути механічно обмежено до 7 мм.

Після кожного випробовування треба очистити згин дроту розжарювання від будь-якого залишку ізоляційного матеріалу, наприклад щіткою.

8.11.2.2.5 Жорсткість умов випробовування

а) Температура згину розжареного дроту та тривалість його прикладання до зразка має бути (650 ± 10) °С і (30 ± 1) с.

б) Температура згину розжареного дроту та тривалість його прикладання до зразка має бути (960 ± 10) °С і (30 ± 1) с.

Інші температури випробовування наведено в інших частинах.

Примітка. Значення треба вибирати з таблиці жорсткості згідно з ІЕС 60695-2-1.

8.11.2.2.6 Спостереження та вимірювання

Протягом прикладання розжареного дроту та протягом наступного періоду в 30 с треба спостерігати за зразком, частинами, що оточують зразок, і шаром цигаркового паперу, розміщеного нижче.

Час, коли зразок спалахує та коли полум'я згасає протягом або після прикладання, треба записати.

Максимальну висоту будь-якого полум'я вимірюють та записують, а початок спалаху, який утворює високе полум'я протягом періоду приблизно 1 с, не враховують.

За висоту полум'я беруть вертикальну відстань, виміряну між верхнім краєм розжареного дроту, прикладеного до зразка, та видимою вершиною полум'я.

Вважають, що зразок витримав випробовування розжареним дротом:

— якщо немає ніякого видимого полум'я та стійкого світіння;

— якщо полум'я чи світіння зразка згасає в межах 30 с після видалення розжареного дроту.

Не повинно бути жодного горіння цигаркового паперу чи прогорання соснової дошки.

8.11.2.3 Перевіряння стійкості до ржавіння

Із випробовуваних деталей треба видалити все мастило зануренням протягом 10 хв у відповідний знежирувальний засіб. Потім деталі занурюють протягом 10 хв у 10-відсотковий розчин хлористого амонію у воді за температури $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Без сушіння, але після струшування будь-яких крапель, деталі розміщують на 10 хв у камері, що містить вологе повітря за температури $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Після просушування протягом 10 хв у нагрівальній камері за температури $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$ поверхня деталей не повинна мати жодних слідів ржі.

Слідами ржі на гострих краях і будь-якою жовтуватою плівкою, що знімається протиранням, нехтують.

Для маленьких пружин і недоступних частин, які можна витерти, шар мастила може забезпечити достатній захист від ржавіння. Такі деталі випробовують тільки, якщо є сумнів щодо ефективності плівки мастила, тоді випробовують без попереднього видалення мастила.

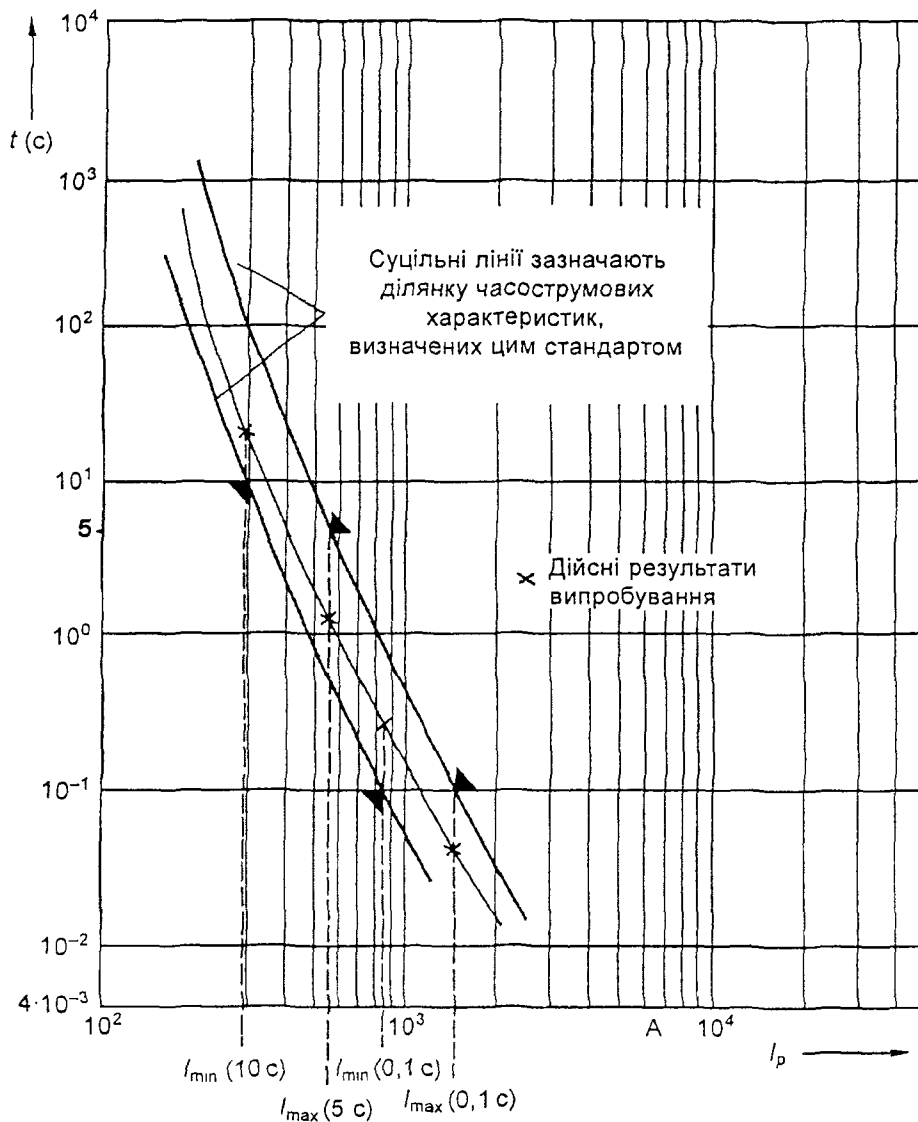
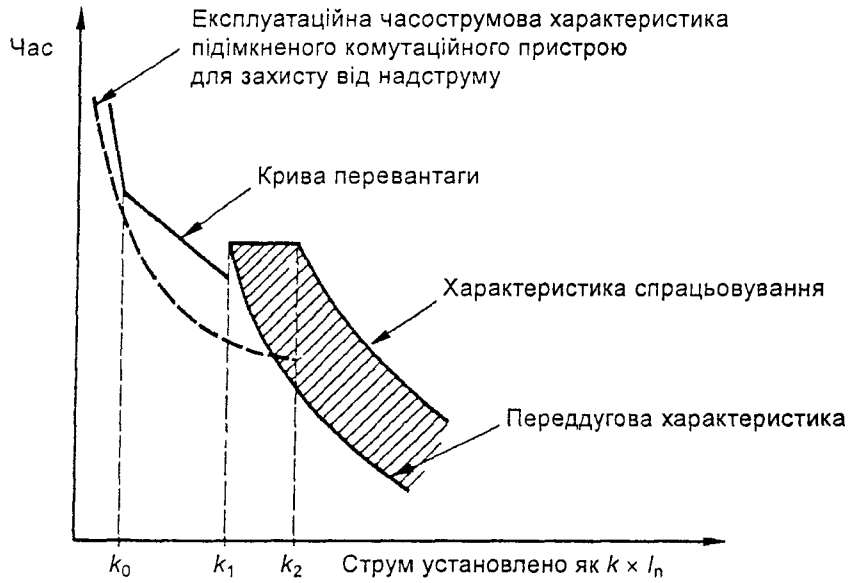


Рисунок 1 — Діаграма, що зазначає спосіб перевіряння часострумівих характеристик із застосуванням результатів випробування за «розкиду» струмів (приклад)



Крива перевагати між $k_0 \times I_n$ та $k_1 \times I_n$ відповідає сталому значенню $I^2 t$.

Рисунок 2 — Крива перевагати та часострумова характеристика для плавких вставок «а»

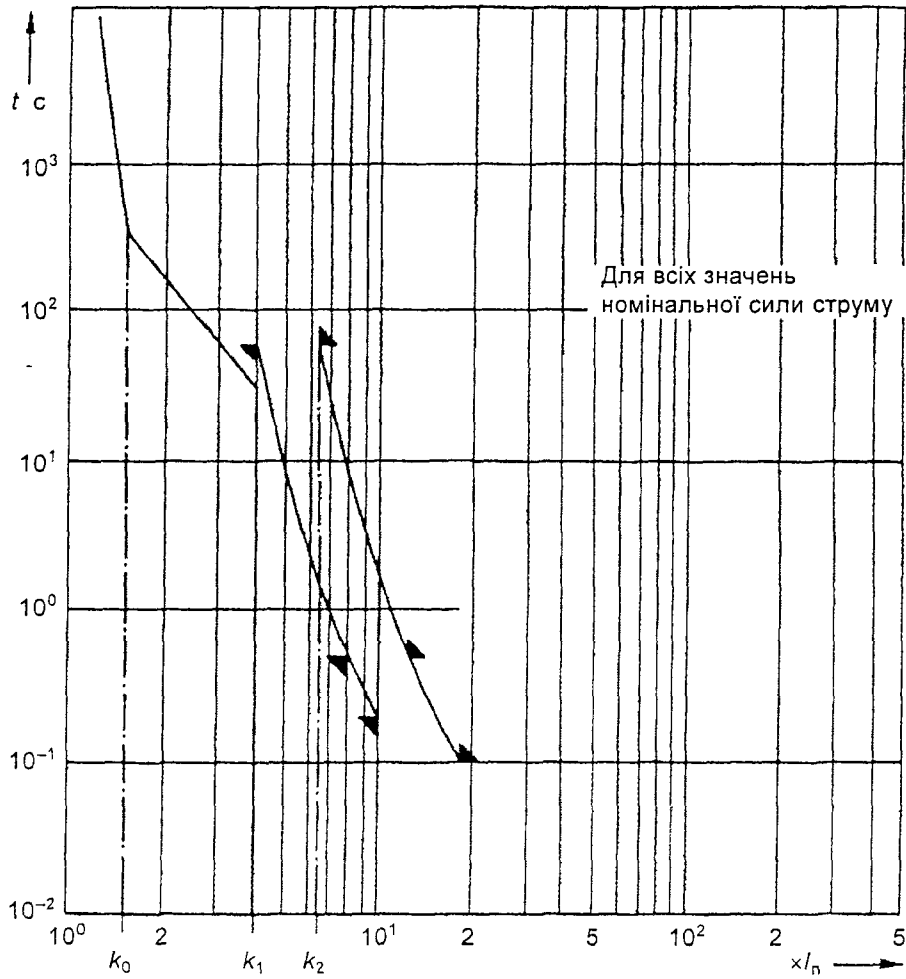


Рисунок 3 — Часострумова зона для плавких запобіжників «аМ»



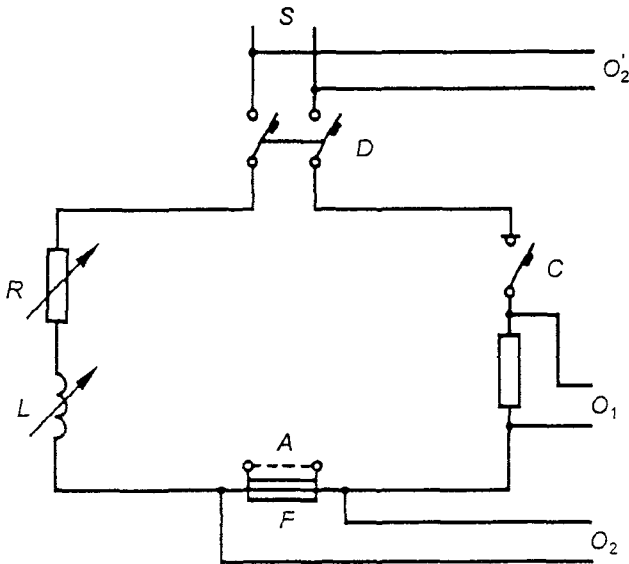
Позначки:

I_{n1}, I_{n2}, I_{n3} — значення номінальної сили струму плавких вставок;

I_c — максимальне значення сили струму вимикання,

n — коефіцієнт, що залежить від значення коефіцієнта потужності.

Рисунок 4 — Загальне зображення характеристик вимикання для серії плавких вставок змінного струму



Позначки.

A — знімна вставка, застосовувана за калібрування;

C — пристрій для замикання кола;

D — автоматичний вимикач або інші пристрої для захисту джерела,

F — випробовуваний плавкий запобіжник;

L — регульована індуктивність;

O_1 — вимірювальне коло для запису струму;

O_2 — вимірювальне коло для запису напруги протягом випробовування,

O_2' — вимірювальне коло для запису напруги протягом калібрування,

R — регульований резистор,

S — джерело потужності

Рисунок 5 — Типова схема кола, застосовуваного для випробовування на вимикальну здатність (див. 8.5)

Напруга для калібрування = B_{00} .

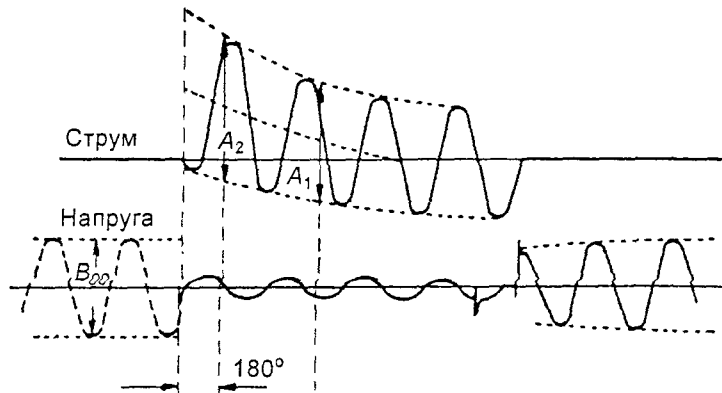


Рисунок 6а — Калібрування схеми

Сила струму $I_{\text{дійове значення}} = \frac{A_1}{2\sqrt{2}} \times \frac{B_0}{B_{00}}$.

Відновна напруга $U_{\text{дійове значення}} = U = \frac{B_1}{2\sqrt{2}}$.

Прикладена випробувальна напруга = B_0 .

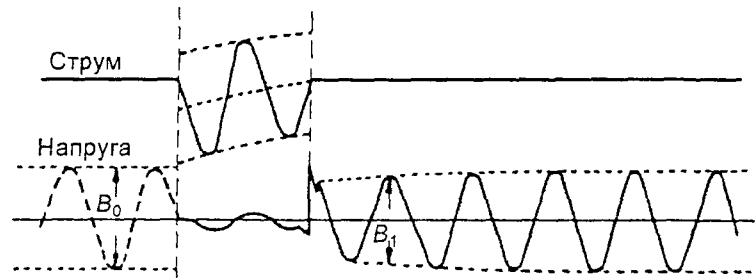


Рисунок 6б — Осцилограма, яка відповідає операції вимикання, якщо дуга виникає пізніше, ніж 180 електричних градусів після вмикання

Сила струму $I_{\text{дійове значення}} = \frac{A_2}{2\sqrt{2}} \times \frac{B_0}{B_{00}}$.

Відновна напруга $U_{\text{дійове значення}} = U = \frac{B_1}{2\sqrt{2}}$.

Прикладена випробувальна напруга = B_0 .

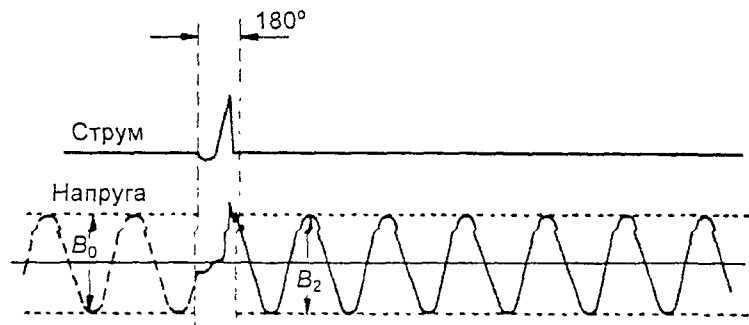
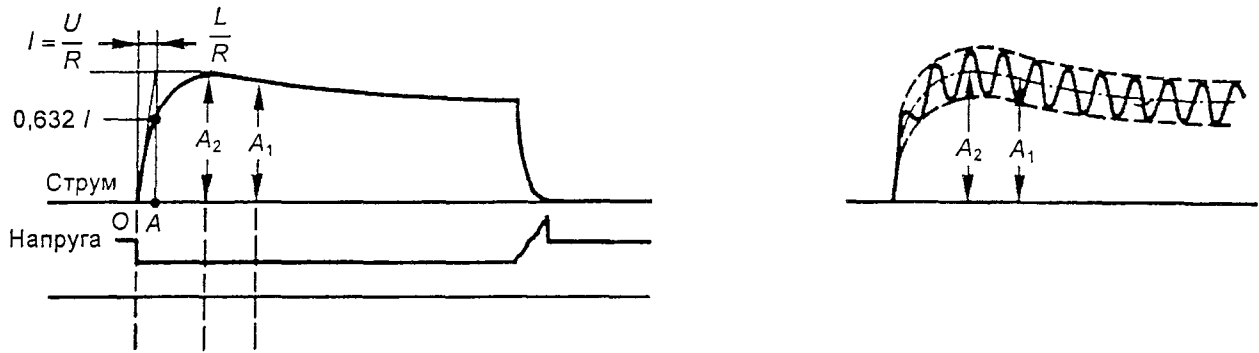


Рисунок 6с — Осцилограма, яка відповідає операції вимикання, якщо дуга виникає раніше, ніж 180 електричних градусів після вмикання

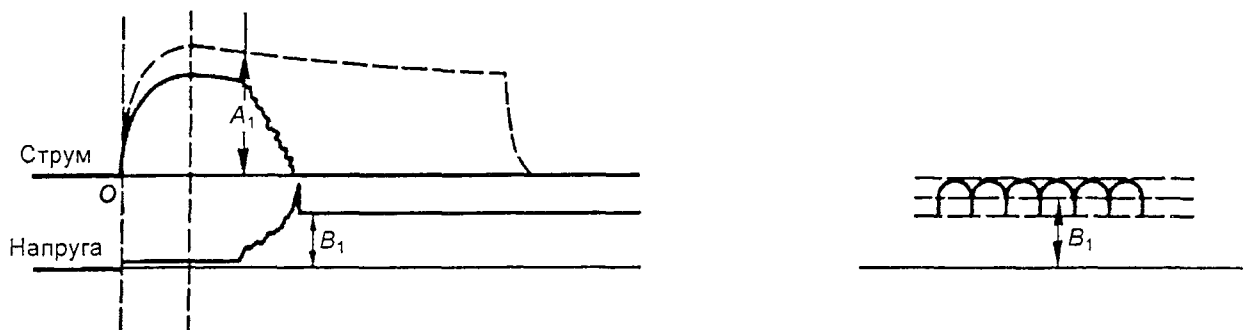
Рисунок 6 — Витлумачення осцилограм, одержаних під час випробовування на вимикальну здатність за змінного струму (див. 8.5.7)



Калібрування схеми.

Якщо є пульсація, то треба виміряти відповідні значення $0,632 I$, A_1 й A_2 дійової кривої.

Рисунок 7а

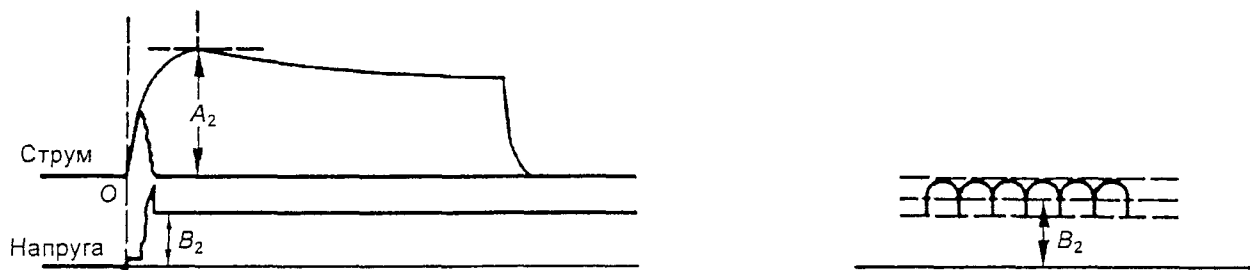


Осцилограма відповідає операції вимикання, якщо дуга виникає після проходження струму максимального значення.

Сила струму $I = A_1$ за напруги $U = B_1$.

Якщо трапляється нестале значення напруги, то треба вимірювати середнє значення протягом 100 мс після згасання дуги.

Рисунок 7б



Осцилограма відповідає операції вимикання, якщо дуга виникає раніше досягнення струмом максимального значення.

Сила струму $I = A_2$ за напруги $U = B_2$.

Якщо немає сталого значення напруги, то треба вимірювати середнє значення протягом 100 мс після згасання дуги.

Рисунок 7с

Рисунок 7 — Витлумачення осцилограм, одержаних під час випробовування на вимикальну здатність за постійного струму (див. 8.5.7)

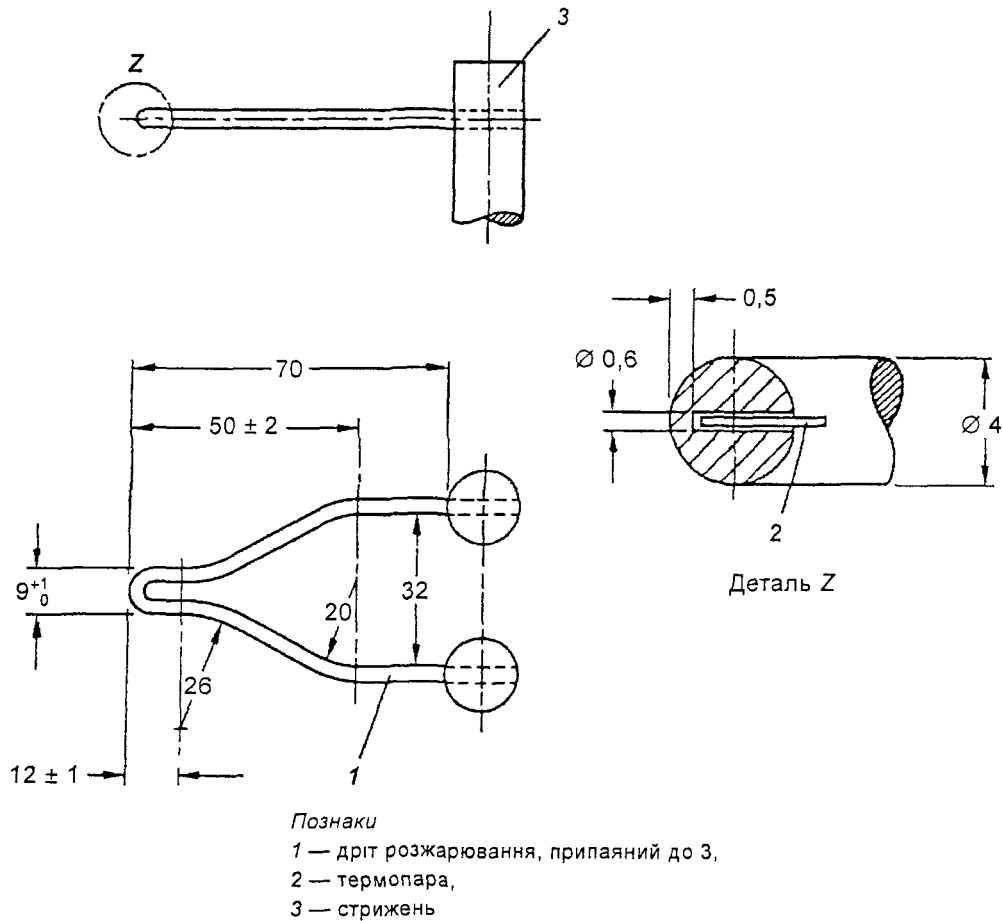


Рисунок 8 — Дріт розжарювання та розміщення термопари

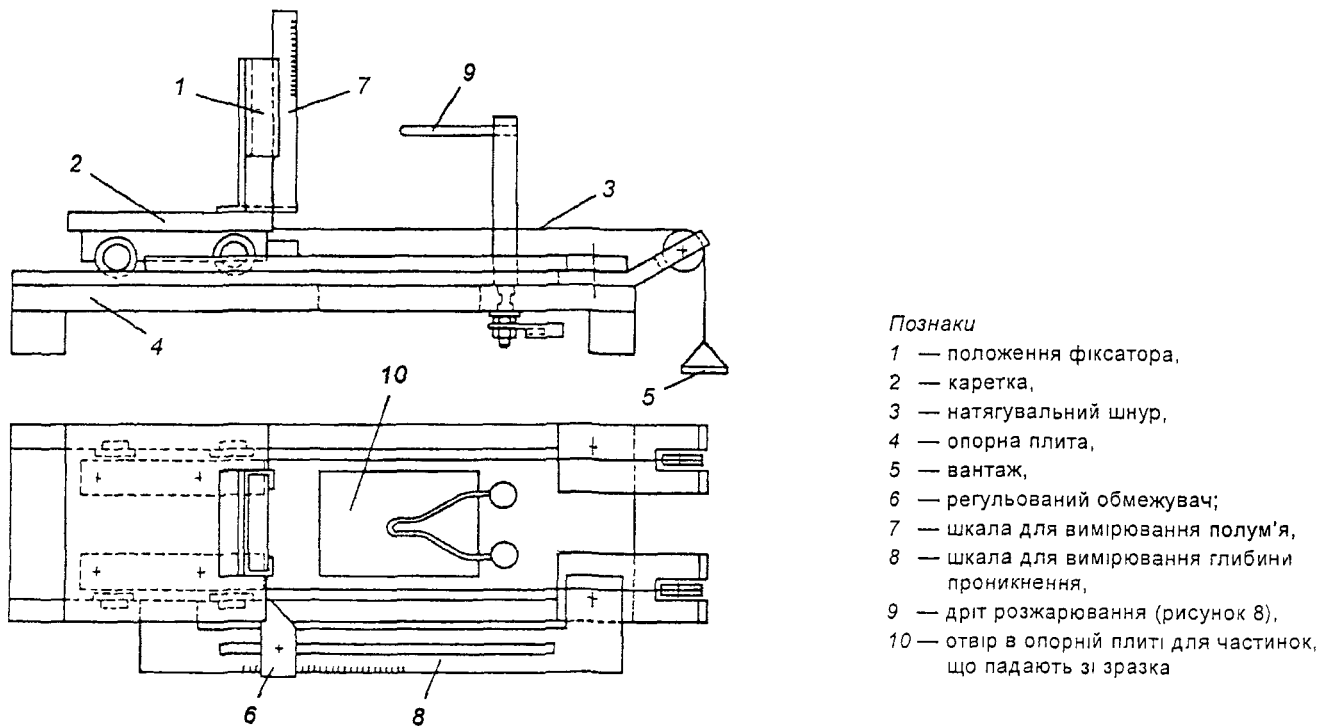


Рисунок 9 — Випробувальний пристрій (приклад)

ДОДАТОК А
(довідковий)

ВИМІРЮВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ ЗА КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

Немає методу, за яким коефіцієнт потужності короткого замикання можна визначати з певною точністю, але, беручи до уваги призначеність цього стандарту, визначення коефіцієнта потужності в схемі випробовування можна виконати з достатньою точністю за будь-яким із трьох наведених нижче методів.

Метод I. Обчислювання за параметрами схеми

Коефіцієнт потужності можна обчислювати як косинус кута φ , де $\varphi = \arctg X/R$, X і R — відповідно реактивний та активний опір схеми випробовування протягом наявного короткого замикання.

Через перехідну природу процесу неможливо надати точний метод визначання X і R , але для відповідності з цим стандартом значення можна визначати наведеним нижче методом.

R вимірюють у схемі випробовування за постійного струму; якщо схема містить трансформатор, то опір R_1 первинного кола й опір R_2 вторинного кола вимірюють окремо, а потрібне значення R потім обчислюють за формулою:

$$R = R_2 + R_1 r^2,$$

де r — коефіцієнт перетворення трансформатора.

X потім обчислюють за формулою

$$\sqrt{R^2 + X^2} = \frac{E}{I}.$$

Відношення $\frac{E}{I}$ (імпеданс схеми) одержують з осцилограми, як зображено на рисунку А.1.

Метод II. Визначання за складником постійного струму

Кут φ можна визначити за кривою складника постійного струму асиметричної хвилі струму між спаданням короткого замикання та початком виникнення дуги, як зазначено нижче.

1 Формула для складника постійного струму така:

$$i_d = I_{d0} e^{-Rt/L},$$

де i_d — значення складника постійного струму в будь-який момент;

I_{d0} — початкове значення складника постійного струму;

L/R — стала часу кола, у секундах;

t — часовий проміжок між i_d і I_{d0} , у секундах;

e — основа натурального логарифма.

Сталу часу L/R можна визначити із наведеної вище формули, для чого необхідно:

а) виміряти значення I_{d0} у момент короткого замикання та значення i_d у будь-який інший момент t перед виникненням дуги;

б) діленням i_d на I_{d0} визначити значення $e^{-Rt/L}$;

в) із таблиці значень e^{-x} визначити значення $-x$, що відповідає відношенню i_d/I_{d0} ;

д) потім зі значення x , яке являє собою Rt/L , можна діленням x на t визначити R/L , а також одержати L/R .

2 Кут φ визначають за формулою:

$$\varphi = \arctg \omega L/R,$$

де ω — це 2π , помножене на фактичну частоту.

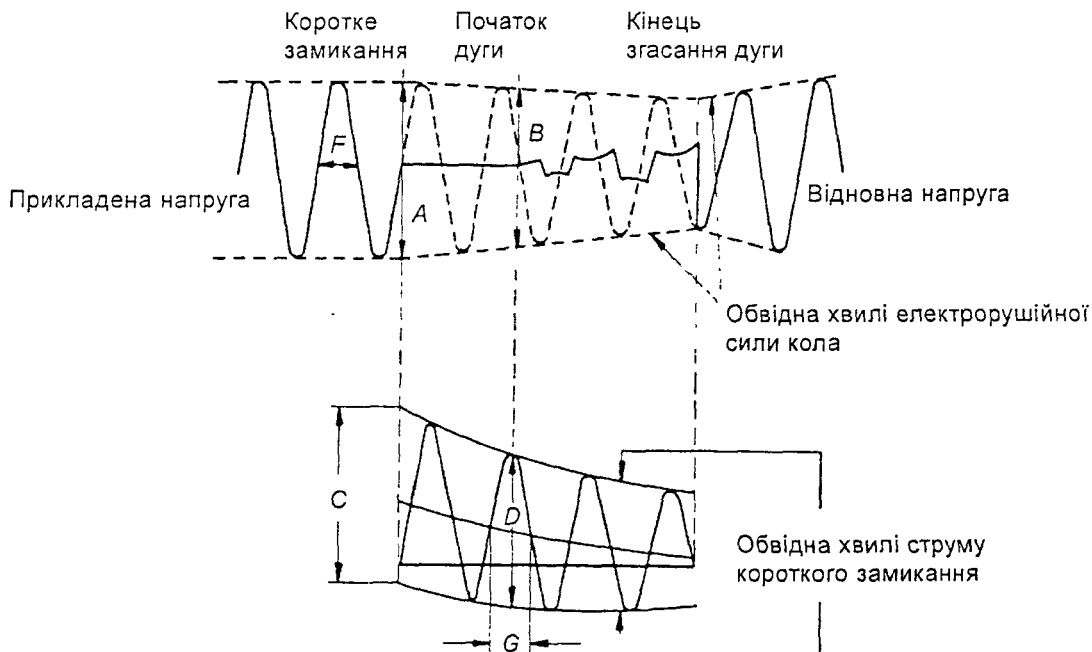
Цей метод не можна застосовувати, якщо силу струму вимірюють трансформаторами струму.

Метод III. Визначання з допоміжним генератором

Якщо на одному валу з випробувальним генератором застосовують допоміжний генератор, то напругу допоміжного генератора на осцилограмі можна порівняти за фазою спочатку з напругою випробувального генератора, а потім з його струмом.

Різниця у фазових кутах між напругою допоміжного генератора та напругою основного генератора, з одного боку, і напругою допоміжного генератора та струмом випробувального генератора,

з іншого боку, надає кут зсуву фаз між напругою та струмом випробувального генератора, з якого можна визначити коефіцієнт потужності.



$$\text{Імпеданс кола} = \frac{E}{I} = \frac{B}{D} = \frac{A}{C} \times \frac{F}{G},$$

де E — електрорушійна сила кола на початку виникнення дуги $= \frac{B}{2\sqrt{2}}$, у вольтах;

I — значення сили струму вимикання $= \frac{D}{2\sqrt{2}}$, в амперах;

A — подвійне максимальне значення прикладеної напруги, у вольтах;

C — подвійне максимальне значення періодичного складника хвилі струму на початку короткого замикання, в амперах;

F — тривалість одного напівперіоду хвилі прикладеної напруги, у секундах;

G — тривалість одного напівперіоду хвилі струму на початку дуги, у секундах.

Рисунок А.1 — Визначення імпедансу кола для обчислювання коефіцієнта потужності за методом І

ДОДАТОК В
(довідковий)

ОБЧИСЛЮВАННЯ ЗНАЧЕНЬ ПЕРЕДДУГОВОГО I^2t ДЛЯ ПЛАВКИХ ВСТАВОК «gG», «gM», «gD» І «gN» Й ОБЧИСЛЮВАННЯ ЗНАЧЕНЬ I^2t СПРАЦЬОВУВАННЯ ЗА ЗНИЖЕНОЇ НАПРУГИ

В.1 Оцінювання значення переддугового I^2t за 0,01 с

Приблизно оцінити значення переддугового I^2t за 0,01 с як функцію значення переддугового I^2t за 0,1 с та виміряних значень під час випробування № 2 можна за наведеною нижче формулою:

$$I^2t_{(0,01\text{с})} = F \sqrt{I^2t_{(0,1\text{с})} \cdot I^2t} \text{ (випробування № 2).}$$

$F = 0,7$ — для плавких вставок «gG» і «gM»;

$F = 0,6$ — для плавких вставок «gD»;

$F = 1,0$ — для плавких вставок «gN».

Коефіцієнт F виправляє кривизну часострумової характеристики в цій зоні часу.

В.2 Обчислювання значення переддугового I^2t за умов випробовування № 2

Для найменших номінальних значень з однорідної серії, якщо стандарт не передбачає конкретного випробовування, оцінювати значення переддугового I^2t за умов випробовування № 2 можна за формулою:

$$(I^2t)_2 = (I^2t)_1 \cdot \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2,$$

де $(I^2t)_2$ — переддугове I^2t за умов випробовування № 2 для найменшого номінального значення;
 $(I^2t)_1$ — переддугове I^2t за умов випробовування № 2 для найбільшого номінального значення, виміряного під час випробовування на вимикальну здатність;

A_2 — мінімальна площа поперечного перерізу елемента з найменшим номінальним значенням;

A_1 — мінімальна площа поперечного перерізу елемента з найбільшим номінальним значенням.

Обчислене значення можна застосовувати для оцінювання значення I^2t за 0,01 с (див. розділ В.1).

В.3 Обчислювання значення I^2t спрацьовування за зниженої напруги

Значення I^2t спрацьовування можна оцінювати за нижчої напруги, ніж та, яку вимірюють під час випробовування № 1 і № 2 за таблицею 20, застосовуючи наведену нижче формулу.

I^2t спрацьовування за зниженої напруги $V_r =$

$$= \left\{ \frac{I^2t \text{ спрацьовування за випробувальної напруги } V_t}{\text{переддугове } I^2t} \right\}^{\frac{V_r}{V_t}} \times \text{переддугове } I^2t.$$

ДОДАТОК С
(довідковий)

ОБЧИСЛЮВАННЯ ЧАСОСТРУМОВОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИМИКАННЯ

Короткий огляд

У 7.6 цього стандарту встановлено характеристику вимикання як функцію очікуваного струму.

Наведений нижче метод визначає способи, якими характеристику струму вимикання можна обчислювати як функцію фактичного переддугового часу.

Результат буде різним для кожної плавкої вставки й тому для повної взаємозамінності обчислювання має бути базовано на максимально допустимих у цьому стандарті значеннях I^2t . Треба також відзначити, що наведений нижче метод визначає значення максимальної сили струму протягом переддугового періоду, тоді як для багатьох плавких запобіжників (особливо для захисту напівпровідникових приладів) струм продовжує збільшуватися протягом періоду дугового розряду і тому наведений нижче метод дає занижену оцінку, залежно від режимів схеми.

Проте це наближення надасть змогу користувачу, за потреби, обчислювати ці криві (наприклад за вивчення зварювання контактів).

С.1 Попередні зауваги

Характеристику струму вимикання як функцію очікуваного струму визначено у 2.3.7; цю характеристику зазначено в 5.8.1 і на рисунку 4, випробовування описано у 8.6.

Подання цієї характеристики не обов'язково

Окрім того, інформація, яку вона зазвичай надає, не зовсім точна, особливо в зоні початку обмеження (переддуговий час приблизно 5 мс для симетричного режиму чи до 10 мс для несиметричного режиму).

Користувачі, які повинні захищати складанні частини схеми (наприклад контактори), які погано витримують нетривалі струми великої амплітуди (наприклад ті, які плавкі запобіжники пропускають до згасання короткого замикання), повинні точно знати максимальне миттєве значення, досягнуте струмом під час операції вимикання для того, щоб створити найекономічніше поєднання «плавкий запобіжник — складова частина».

Характеристика, яка точно подає струм вимикання як функцію фактичного переддугового часу, забезпечує кориснішу інформацію для цієї мети.

С.2 Визначення поняття

Характеристика струму вимикання як функція фактичного переддугового часу — це крива, що подає струми вимикання як функцію фактичного переддугового часу для симетричного режиму.

С.3 Характеристика

Якщо характеристику струму вимикання показують як функцію фактичного переддугового часу, то її треба визначати для симетричного струму вмикання та наводити відповідно до прикладу, зображеному на рисунку С.1 у подвійному логарифмічному поданні зі значенням сили струму за абсцисою та часом за ординатою.

С.4 Умови випробовування

Струм вимикання, що відповідає встановленому переддуговому часу, також залежить від ступеня асиметрії короткого замикання і тому наявність багатьох характеристик і режимів вмикання може потребувати невизначеної кількості випробовувань.

Для даної плавкої вставки в установленій зоні робочого часу та для кожного значення сили струму вимикання значення I^2t апроксимовано незалежно від ступеня асиметрії струму короткого замикання.

Ця властивість надає змогу виконати наведену нижче процедуру.

1) Вимірювання характеристики струму вимикання для симетричного режиму як функції фактичного переддугового часу для симетричного режиму.

2) Обчислювання характеристики струму вимикання відповідно до будь-якого ступеня асиметрії.

С.5 Обчислювання за вимірними значеннями

Експериментальна характеристика надає струм вимикання як функцію переддугового часу.

Якщо відбувалося симетричне коротке замикання, то із наведених вище значень легко обчислити значення очікуваної сили струму короткого замикання за інтегралом Джоуля з

ω — пульсація;

I_p — очікувана сила струму короткого замикання;

I_{ps} : за симетричних режимів;

I_{pa} : за несиметричних режимів;

I_c — сила струму вимикання;

ϕ — фаза струму відносно напруги;

ψ — кут вмикання відносно природного нуля напруги;

R, L — опір й індуктивність за симетричних режимів;

t_s — переддуговий час за симетричних режимів;

t_a — переддуговий час за несиметричних режимів.

За симетричних режимів:

$$I_c = I_{ps} \sqrt{2} \sin \omega t_s. \quad (1)$$

$$\int I_c^2 dt = 2I_{ps}^2 \int_0^{t_s} \sin^2 \omega t dt. \quad (2)$$

для значення $\psi = 0$

Обчислення не залежить від значень R, L, ϕ .

За несиметричних режимів:

$$I_c = I_{pa} \sqrt{2} \left[\sin(\omega t_a + \psi - \phi) \right] - e^{-\frac{Rt_a}{L}} \sin(\psi - \phi). \quad (3)$$

$$\int I^2 dt = 2I_{pa}^2 \int_0^{t_a} \left[\sin(\omega t + \psi - \varphi) - e^{-\frac{Rt}{L}} \sin(\psi - \varphi) \right]^2 dt. \quad (4)$$

Припускаючи, що сила струму вимикання та інтеграл Джоуля однакові для обох режимів:

$$I_{ps} \sqrt{2} \sin \omega t_s \approx I_{pa} \sqrt{2} \left[\sin(\omega t_a + \psi - \varphi) - e^{-\frac{Rt_a}{L}} \sin(\psi - \varphi) \right].$$

$$2I_{ps}^2 \int_0^{t_a} \sin^2 \omega t dt \approx 2I_{pa}^2 \int_0^{t_a} \left[\sin(\omega t + \psi - \varphi) - e^{-\frac{Rt}{L}} \sin(\psi - \varphi) \right]^2 dt.$$

Так можна обчислювати будь-які два значення, якщо відомо сім інших.

Зокрема за значеннями сили струму вимикання та інтеграла Джоуля, одержаних експериментально чи за розрахунком, можна обчислювати переддугувий час й очікувану силу струму короткого замикання, що відповідають установленим несиметричним режимам.

Це припущення приблизно правильне для переддугового часу від 1 мс до 5 мс.

Для переддугового часу менше за 1 мс характеристика, яка подає силу струму вимикання як функцію очікуваної сили струму короткого замикання, надає точну інформацію.

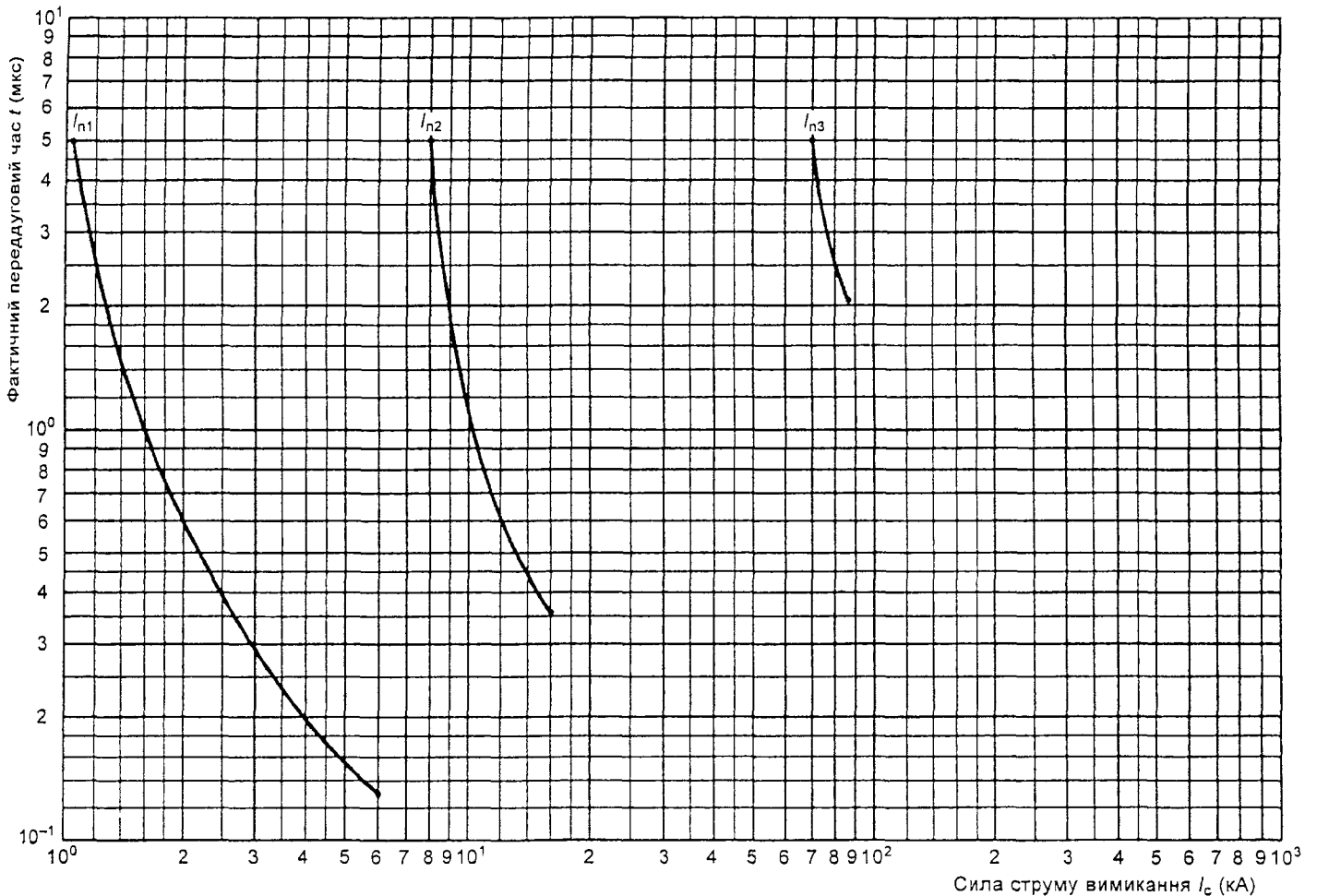


Рисунок С.1 — Характеристика сили струму вимикання як функція фактичного переддугового часу

ДОДАТОК D
(довідковий)ВПЛИВ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО ПОВІТРЯ
ТА ДОВКІЛЛЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАВКИХ ВСТАВОК**D.1 Вплив підвищення температури навколишнього повітря****D.1.1 На номінальну силу струму**

Для плавких вставок, які працюють за повної навантаги протягом тривалого періоду за середньої температури навколишнього повітря, вищої за значення, установлене в 3.1, може бути потрібно зниження номінальної сили струму. Коефіцієнт зниження номінального значення мають узгодити користувач і виробник, ураховуючи всі обставини.

D.1.2 На підвищення температури

Підвищення середньої температури навколишнього повітря спричиняє відносно невелике збільшення підвищення температури.

D.1.3 На умовну силу струму плавлення та неплавлення (I_f і I_{nt})

Підвищення середньої температури навколишнього повітря спричиняє незначне зменшення сили струму плавлення та неплавлення (I_f і I_{nt}).

D.1.4 На умови запуску двигуна

Немає потреби зменшувати номінальні значення плавких вставок через підвищення середньої температури навколишнього повітря плавкої вставки, спричинене запуском двигуна.

D.2 Вплив зниження температури навколишнього повітря

Зниження температури навколишнього повітря нижче значень, установлених у 3.1, може сприяти збільшенню номінальної сили струму, але це може також спричинювати збільшення умовного струму плавлення, умовного струму неплавлення та переддугового часу для малих надструмів. Величина відповідних збільшень буде залежати від фактичної температури та конструкції плавкої вставки. У цьому разі треба консультиватися з виробником.

D.3 Вплив умов установлення

Різні умови встановлення такі, як:

- a) розміщення в кожусі чи відкрите монтування;
- b) характер монтажної поверхні;
- c) кількість плавких запобіжників, змонтованих у кожусі;
- d) поперечний переріз й ізоляція з'єднань

можуть впливати на режими роботи та їх треба враховувати.

БІБЛІОГРАФІЯ

- IEC 60127 Cartridge fuse-links for miniature fuses
 IEC 60947-3:1998 Low-voltage switchgear and controlgear — Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units
 IEC 60417 Graphical symbols for use on equipment.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

- IEC 60127 Патронні плавкі вставки для мініатюрних плавких запобіжників
 IEC 60947-3:1998 Низьковольтна комутаційна апаратура й апаратура керування. Частина 3. Автоматичні вимикачі, роз'єднувачі, вимикачі-роз'єднувачі та запобіжники-роз'єднувачі
 IEC 60417 Графічні символи, застосовувані на устаткованні.

ДОДАТОК НА
(довідковий)

**ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ
ТА МІЖДЕРЖАВНИХ СТАНДАРТІВ, РОЗРОБЛЕНИХ НА ОСНОВІ
МІЖНАРОДНИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ, ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ
Є В ЦЬОМУ СТАНДАРТІ**

ДСТУ ІЕС 60127-1-2001 Запобіжники плавкі мініатюрні. Частина 1. Загальні технічні вимоги до плавких вставок (ІЕС 60127-1:1999, IDT)

ДСТУ ІЕС 60127-2-2002 Запобіжники плавкі мініатюрні. Частина 2. Вставки патронні плавкі (ІЕС 60127-2:1991, IDT)

ДСТУ ІЕС 60127-3-2000 Запобіжники плавкі мініатюрні. Частина 3. Субмініатюрні плавкі вставки (ІЕС 60127-3:1996, IDT)

ДСТУ ІЕС 60127-4-2001 Запобіжники плавкі мініатюрні. Частина 4. Універсальні модульні плавкі вставки (ІЕС 60127-4:1996, IDT)

ДСТУ ІЕС 60269-2:2009 Запобіжники плавкі низьковольтні. Частина 2. Додаткові вимоги до плавких запобіжників промислового призначення. Приклади застандартизованих систем плавких запобіжників від А до І (ІЕС 60269-2:2006, IDT)

ДСТУ ІЕС 60269-3:2009 Запобіжники плавкі низьковольтні. Частина 3. Додаткові вимоги до плавких запобіжників переважно для побутового призначення. Приклади застандартизованих систем плавких запобіжників від А до F (ІЕС 60269-3:2006, IDT)

ДСТУ ІЕС 60269-4:2009 Запобіжники плавкі низьковольтні. Частина 4. Додаткові вимоги до плавких вставок для захисту напівпровідникових приладів (ІЕС 60269-4:2006, IDT)

ДСТУ ІЕС 60584-1:2007 Перетворювачі термоелектричні. Частина 1. Градувальні таблиці (ІЕС 60584-1:1995, IDT)

ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP) (Ступени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)).

Код УКНД 29.120.50

Ключові слова: випробовування, загальні технічні вимоги, класифікація, параметри, плавкі низьковольтні запобіжники, характеристики.
