



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ

**Частина 4-2. Методики випробування
та вимірювання**

**Випробування на несприйнятливість
до електростатичних розрядів**

(IEC 61000-4-2:2001, IDT)

ДСТУ IEC 61000-4-2:2008

БЗ № 5 – 2008/229

Київ
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ
2008

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: Товариство з обмеженою відповідальністю «Терра-АВТ»

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **Л. Ваврів**, канд. фіз.-мат. наук; **О. Гученко**; **В. Князєв**, канд. техн. наук (науковий керівник); **І. Лісной**; **М. Усатенко**

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Держспоживстандарту України від 11 червня 2008 р. з 2008–09–01

3 Національний стандарт відповідає IEC 61000-4-2:2001 Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-2: Testing and measurement techniques — Electrostatic discharge immunity test (Електромагнітна сумісність (ЕМС). Частина 4-2. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливості до електростатичних розрядів)

Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)

Переклад з англійської (en)

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням в Україні ГОСТ 29191–91 (МЭК 801-2–91))

ЗМІСТ

	С.
Національний вступ	V
Вступ до ІЕС 61000-4-2	V
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	2
3 Загальні положення	2
4 Терміни та визначення понять	2
5 Випробовувальні рівні	3
6 Випробовувальний генератор	4
6.1 Характеристики та параметри генератора ЕСР	5
6.2 Перевіряння характеристик генератора ЕСР	6
7 Випробовувальна установка	8
7.1 Випробовувальна установка для випробовувань, які проводять у випробовувальних лабораторіях	8
7.2 Випробовувальна установка для випробовувань на місці експлуатування	12
8 Процедура випробовування	14
8.1 Лабораторні нормальні умови	14
8.2 Контроль ВО	14
8.3 Проведення випробовування	14
9 Оцінювання результатів випробування	16
10 Протокол випробовування	17
Додаток А Пояснення	17
Додаток В Деталі конструкції	20
Додаток НА Перелік національних стандартів, ідентичних МС і розроблених на основі МС, на які є посилання в цьому стандарті	26
Рисунок 1 Спрощена схема генератора ЕСР	4
Рисунок 2 Розрядні електроди генератора ЕСР	5
Рисунок 3 Типова форма хвилі вихідного струму генератора ЕСР	6
Рисунок 4 Приклад установки для перевіряння генератора ЕСР	7
Рисунок 5 Приклад випробовувальної установки для настільного обладнання. Лабораторні випробовування	9
Рисунок 6 Приклад випробовувальної установки для долішнього обладнання. Лабораторні випробовування	10
Рисунок 7 Випробовувальна установка для неугрунтованого настільного обладнання	12
Рисунок 8 Випробовувальна установка для неугрунтованого долішнього обладнання	13
Рисунок 9 Приклад випробовувальної установки для долішнього обладнання, випробовування на місці експлуатування	13

Рисунок А.1 Максимальні значення електростатичної напруги, до якої можуть бути заряджені оператори за контакту з матеріалами, згаданими в розділі А.2 18

Рисунок В.1—В.7 Деталі конструкції активної навантаги 21

Таблиця 1 Випробовувальні рівні 4

Таблиця 2 Параметри форми хвилі 6

Таблиця А.1 Рекомендації щодо вибору випробовувальних рівнів 19

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад ІЕС 61000-4-2:2001 Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-2: Testing and measurement techniques — Electrostatic discharge immunity test (Електромагнітна сумісність (ЕМС). Частина 4-2. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливість до електростатичного розряду).

Проект стандарту ДСТУ ІЕС 61000-4-2:2008 замінює ГОСТ 29191–91 (МЭК 801-2–91) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Технические требования и методы испытаний (Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до електростатичних розрядів. Технічні вимоги і методи випробувань), який технічно застарів і не відповідає міжнародним вимогам.

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт, — ТК 22 «Електромагнітна сумісність та стійкість радіоелектронних, електронних та електротехнічних засобів».

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей міжнародний стандарт», «ця секція ІЕС 61000-4» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи цього стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Національний вступ», «Терміни та визначення понять» та «Бібліографічні дані» — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- у розділі 2 «Нормативні посилання» наведено «Національне пояснення», виділене рамкою;
- нумерацію рисунків змінено відносно оригіналу, як вказано далі у таблиці, що робить викладення змісту послідовнішим.

Номер у оригіналі	2	4	7	8	9
Номер у цьому стандарті	4	2	9	7	8

У цьому стандарті є посилання на ІЕС 60050 (161) та ІЕС 60068-1, які впроваджено в Україні як національні стандарти. Перелік їх наведено в національному додатку НА.

Цей стандарт не установлює випробовувань, застосовуваних для конкретного обладнання. Його головною задачею є забезпечення усіх зацікавлених технічних комітетів зі стандартизації, які розробляють стандарти на вироби, загальними посилальними даними. Технічні комітети зі стандартизації (або виробники обладнання) несуть відповідальність за вибір методик випробовування і випробовувальних рівнів, застосовуваних для обладнання.

Випробовувальні рівні на несприйнятливість до електростатичних розрядів та місця введення завади установлюють у стандартах на конкретні види виробів та в технічних документах на обладнання згідно з цим стандартом.

ВСТУП ДО ІЕС 61000-4-2

ІЕС 61000-4 є частиною серії ІЕС 61000, відповідно до такої структури:

Частина 1. Загальні положення

Загальні питання (вступ, основоположні принципи)

Визначення понять, термінологія

Частина 2. Електромагнітне оточення та обстановка

Опис електромагнітного оточення та обстановки

Класифікація електромагнітного оточення та обстановки

Рівні сумісності

Частина 3. Норми

Норми на емісію (завад)

Норми на несприйнятливість (наскільки вони підпадають під відповідальність комітетів за видами продукції)

Частина 4. Методики випробування та вимірювання

Методики вимірювання

Методики випробування

Частина 5. Настанови щодо встановлення обладнання та притлумлення завад

Настанови щодо встановлення обладнання

Методи і пристрої притлумлення завад

Частина 6. Родові стандарти

Частина 9. Інше

Кожну частину, крім того, поділено на частини, які було опубліковано як міжнародні стандарти чи технічні звіти.

Цей стандарт буде видано у хронологічному порядку та відповідно пронумеровано.

Ця частина є міжнародним стандартом, яка надає вимоги до несприйнятливості та процедури випробовування стосовно електростатичного розряду.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ

Частина 4-2. Методики випробування та вимірювання
Випробування на несприйнятливість
до електростатичних розрядів

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Часть 4-2. Методики испытаний и измерений
Испытания на невосприимчивость
к электростатическому разряду

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

Part 4-2. Testing and measure techniques
Electrostatic discharge immunity test

Чинний від 2008–09–01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт установлює вимоги та методи випробовувань на несприйнятливість електричного та електронного обладнання до електростатичних розрядів як безпосередньо від оператора, так і від розташованих поблизу обладнання предметів. Стандарт додатково встановлює діапазон випробовувальних рівнів, які стосуються різних умов експлуатування та розміщення, і установлює процедури випробовування.

Метою цього стандарту є встановлення загальних і повторюваних засад для оцінювання технічних характеристик електричного та електронного обладнання у разі впливу електростатичних розрядів. Крім того, стандарт включає електростатичні розряди, які можуть з'явитися від оператора на предмети, що знаходиться поруч із найбільш важливим обладнанням.

Цей стандарт установлює:

- типову форму струму розряду;
- діапазон випробовувальних рівнів;
- випробовувальне обладнання;
- випробовувальну установку;
- процедуру випробовувань.

У цьому стандарті наведено умови проведення випробовувань у лабораторіях і випробовувань на місці експлуатування обладнання після його остаточного встановлення.

Цей стандарт не встановлює випробовування для конкретної апаратури і систем. Його головною метою є забезпечення усіх зацікавлених ІЕС комітетів за видами продукції загальними посилальними даними. Комітети за видами продукції (або користувачі та виробники обладнання) несуть відповідальність за вибір випробовувань та випробовувального рівня, що буде застосовано до їх обладнання.

Цей стандарт не є перешкодою для задачі координації та стандартизації. Комітетам за видами продукції або користувачам та виробникам наполегливо рекомендується забезпечити (у їх майбутніх розробках або перегляді старих стандартів) включення випробовувань на несприйнятливість, які регламентовано у цьому стандарті.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наведені нижче нормативні документи містять положення, які через посилання в цьому тексті становлять положення цього стандарту. Під час публікації зазначені версії були чинні. Всі нормативні документи підлягають перегляду, і учасникам угод, базованим на цьому стандарті, рекомендовано застосовувати найостанніші версії видань нормативних документів, зазначених нижче. Члени ISO та ІЕС впорядковують каталоги чинних міжнародних стандартів.

ІЕС 60050 (161):1990 International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 161: Electromagnetic compatibility

ІЕС 60068-1:1988 Environmental testing — Part 1: General and guidance.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ІЕС 60050-161:1990 Міжнародний електротехнічний словник. Глава 161. Електромагнітна сумісність

ІЕС 60068-1:1988 Випробовування на дію навколишнього середовища. Частина 1. Настанова та загальні положення.

3 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Цей стандарт стосується обладнання, систем, підсистем та зовнішніх пристроїв, які можуть бути піддане дії електростатичного розряду внаслідок умов навколишнього середовища та розміщення, таких як низька відносна вологість, використання покриттів із низькою провідністю (штучне волокно), одягу з вінілу тощо, які можуть існувати у розміщеннях, які класифіковано у стандартах, що мають відношення до електричного та електронного обладнання (більш детальну інформацію див. А.1).

Випробовування описані у цьому стандарті розглядають як перший крок у напрямку випробовувань, які звичайно застосовують для якісного оцінення функціонування усього електричного та електронного обладнання, яке вказано у розділі 1.

Примітка. З технічної точки зору, точнішим терміном, який відображує цей процес, є термін «розряд статичної електрики». Тим не менше термін «електростатичний розряд» (ЕСР) широко застосовують у технічній сфері і технічній літературі. Тому, вирішено зберегти термін ЕСР у назві цього стандарту.

4 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Для потреб цього стандарту нижче наведені визначення і терміни застосовують та використовують в обмеженій області, щодо електростатичних розрядів; не всі терміни наведено в ІЕС 60050 (161) [IEV].

4.1 погіршення (робочих характеристик) (*degradation (of performance)*)

Небажаний відхил робочих характеристик пристрою, обладнання чи системи від визначених характеристик

[IEV 161-01-19]

Примітка. Термін «погіршення» може стосуватися тимчасового чи постійного порушення роботи

4.2 електромагнітна сумісність (ЕМС) (*electromagnetic compatibility (EMC)*)

Спроможність обладнання чи системи задовільно функціонувати в навколишній електромагнітній обстановці та не створювати недопустимих електромагнітних завад будь-чому в цій обстановці

[IEV 161-01-07]

4.3 антистатичний матеріал (*antistatic material*)

Матеріал який має властивість мінімізувати виникнення заряду при контакті або відокремленні від такого самого або аналогічного матеріалу

4.4 накопичувальний конденсатор (*energy storage capacitor*)

Конденсатор генератора ЕСР, ємність якого відповідає ємності тіла людини, який заряджується до значення випробовувальної напруги. Його може бути представлено як дискретний компонент або як розподілену ємність

4.5 ЕСР (*ESD*)

Електростатичний розряд (див. 4.10)

4.6 ВО (*EUT*)

Випробне обладнання

4.7 пластина базового уземлення (ПБУ) (*ground reference plane (GRP)*)

Пласка провідна поверхня, потенціал якої використовують як загальний еталон
[IEV 161-04-36]

4.8 пластина зв'язку (*coupling plane*)

Металевий лист або пластина, що піддають електростатичному розряду для імітації електро-статичного розряду на сусідні предмети розташовані поряд із ВО. ГПЗ — горизонтальна пластина зв'язку; ВПЗ — вертикальна пластина зв'язку

4.9 час утримування заряду (*holding time*)

Проміжок часу до розряду, протягом якого зниження випробовувальної напруги, що виклика-но струмом спливу, не перевищує 10 %

4.10 електростатичний розряд; ЕСР (*electrostatic discharge; ESD*)

Перенесення електричного заряду між тілами, електростатичні потенціали яких відрізняють-ся один від одного в разі їх зближення, або за безпосереднього контакту
[IEV 161-01-22]

4.11 несприйнятливість (до збурення) (*immunity (to a disturbance)*)

Спроможність пристрою, обладнання чи системи функціонувати без погіршення якості робочих характеристик за наявності електромагнітного збурення
[IEV 161-01-20]

4.12 метод контактного розряду (*contact discharge method*)

Метод випробовувань, за якого електрод випробовувального генератора під час розряду пе-ребуває у контакті з ВО і розряд робиться за допомогою розрядного ключа всередині ВГ

4.13 метод повітряного розряду (*air discharge method*)

Метод випробовувань, за якого електрод випробовувального генератора поступово наближа-ють до ВО до виникнення іскрового розряду на ВО

4.14 безпосереднє прикладання (*direct application*)

Застосовування розряду безпосередньо на ВО

4.15 опосередковане прикладання (*indirect application*)

Застосовування розряду на пластину зв'язку, розміщену поблизу ВО, який імітує розряд від обслуговувального персоналу на предмети, розташовані поблизу ВО.

5 ВИПРОБОВУВАЛЬНІ РІВНІ

Переважаючий діапазон випробовувальних рівнів для випробовування на дію ЕСР наведено у таблиці 1.

Випробовування також мають бути виконано за менших рівнів які наведено у таблиці 1.

Детальний розгляд різноманітних параметрів, які можуть впливати на рівень напруги, до якого тіло людини здатне зарядитися, наведено у А.2. Розділ А.4 містить приклади визначання випро-бовувального рівня залежно від класу оточення (розміщення).

Кращим методом випробовувань є контактний розряд. Повітряний розряд застосовують у ви-падках, коли неможливо застосовувати контактний розряд. Напругу для кожного з методів випро-

бовувань наведено у таблицях 1a) і 1b). Наведені напруги різні для кожного методу, враховуючи відмінності методів випробувань. Це не означає що жорсткість випробувань однакова між методами випробувань.

Подальшу інформацію наведено у розділах А.3, А.4 та А.5.

Таблиця 1 — Випробовувальні рівні

1a) — Контактний розряд		1b) — Повітряний розряд	
Рівень	Випробовувальна напруга, кВ	Рівень	Випробовувальна напруга, кВ
1	2	1	2
2	4	2	4
3	6	3	8
4	8	4	15
Х ¹⁾	Спеціальна	Х ¹⁾	Спеціальна

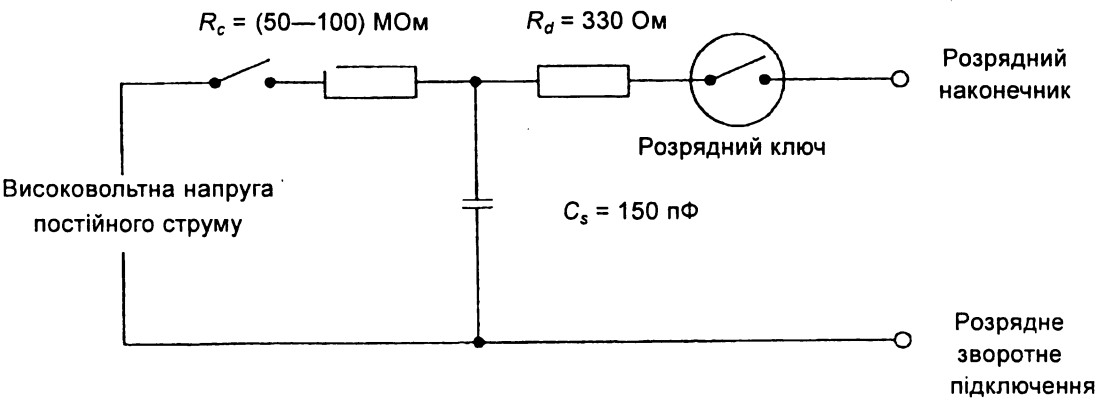
Х¹⁾ — відкритий рівень. Рівень повинно бути вказано у технічній документації на спеціальне обладнання. Якщо встановлено більш високу напругу, ніж зазначено, то можливо буде потрібно застосовувати спеціальне випробовувальне обладнання.

6 ВИПРОБОВУВАЛЬНИЙ ГЕНЕРАТОР

Випробовувальний генератор складається з таких головних частин:

- зарядний резистор R_c ;
- накопичувальний конденсатор C_s ;
- розподілена ємність C_d ;
- розрядний резистор R_d ;
- індикатор напруги;
- розрядний ключ;
- змінні наконечники розрядного електрода (див. рисунок 2);
- розрядний зворотний кабель;
- джерело електроживлення.

Спрощену схему генератора ЕСР наведено на рисунку 1. Деталі конструкції не наводять. Генератор повинен задовольняти вимоги, які наведено у 6.1 та 6.2.



Примітка. C_d — відсутня на рисунку, являє собою розподілену ємність між генератором і ВО, пластиною базового уземлення та пластинами зв'язку. Оскільки ця ємність розподілена по усій схемі, її неможливо показати на рисунку.

Рисунок 1 — Спрощена схема генератора ЕСР

6.1 Характеристики та параметри генератора ЕСР

Технічні параметри:

Накопичувальна ємність ($C_s + C_d$), пФ	150 ± 15
Розрядний опір (R_d), Ом	330 ± 33
Зарядний опір (R_c), МОм	Від 50 до 100
Вихідна напруга, кВ (див. примітку 1)	До 8 (номінальна) для контактного розряду; до 15 (номінальна) для повітряного розряду ± 5
Похибка індикації вихідної напруги, %	Позитивна та негативна (перемикається)
Полярність вихідної напруги	5
Час утримування заряду, не менше ніж, с	Окремий розряд (час між послідовними розрядами не менше ніж 1 с)
Розряд, принцип дії (див. примітку 2)	Див. 6.2
Типова форма хвилі розрядного струму	

Примітка 1. Напругу холостого ходу вимірюють на накопичувальному конденсаторі.

Примітка 2. Генератор повинен забезпечувати частоту повторення імпульсів не менше ніж 20 розрядів за секунду, лише для дослідницьких цілей.

Генератор повинен мати засоби запобігання утворенню ненавмисних випромінень або кондуктивних завад, як імпульсних, так і неперервних, для того щоб не заважати ВО чи допоміжному випробувальному обладнанню паразитними ефектами.

Накопичувальний конденсатор, розрядний резистор і розрядний ключ повинні бути розташовані якомога ближче до розрядного електрода.

Розміри розрядних наконечників наведено на рисунку 2.

Для методу випробовування повітряним розрядом застосовують той самий генератор, і розрядний ключ повинен бути замкнений. Генератор мусить бути споряджений заокругленим наконечником, наведеним на рисунку 2.

Розрядний зворотній кабель випробувального генератора зазвичай повинен бути завдовжки 2 м, та мати конструкцію, що дозволяє генератору задовольнити характеристики форми хвилі. Він повинен бути досить ізольований для запобігання витoku розрядного струму на персонал або на інші провідні поверхні ніж ті, до яких його підключено, під час випробовувань на дію ЕСР.

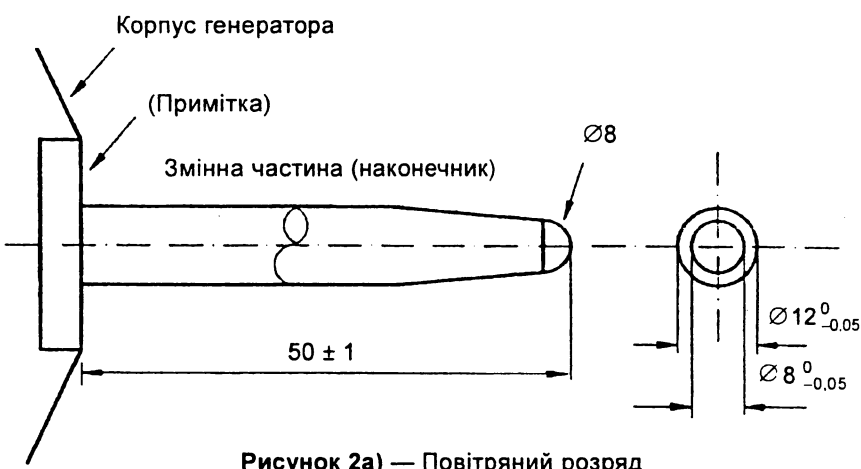


Рисунок 2а) — Повітряний розряд

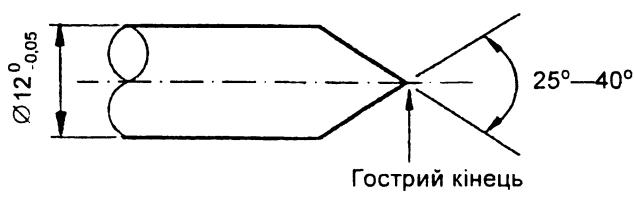


Рисунок 2б) — Контактний розряд

Примітка. Розрядний ключ (тобто вакуумне реле) повинен бути установлений якомога ближче до наконечника розрядного електрода.

Рисунок 2 — Розрядні електроди генератора ЕСР

У випадку, коли довжина у 2 м розрядного зворотного кабелю є недостатньою (наприклад, за високих ВО), повинна бути застосована довжина кабелю не більше ніж 3 м, але має бути перевірено узгодженість із параметрами форми хвилі.

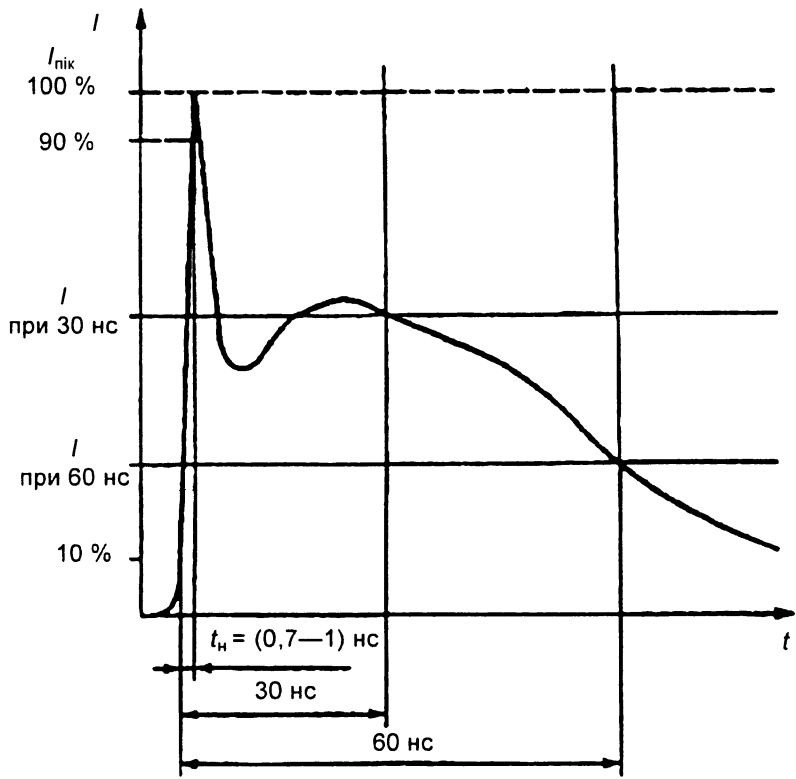
6.2 Перевіряння характеристик генератора ЕСР

Для того, щоб порівнювати результати випробувань, отримані від різних випробовувальних генераторів, характеристики, що наведено у таблиці 2, має бути перевірено застосовуючи розрядний зворотний кабель, який буде застосовано у випробовуваннях.

Таблиця 2 — Параметри форми хвилі

Рівень	Визначена напруга, кВ	Перший максимум розрядного струму ± 10 %, А	Тривалість наростання t_r з розрядним ключем, нс	Струм (± 30 %) при 30 нс, А	Струм (± 30 %) при 60 нс, А
1	2	7,5	Від 0,7 до 1	4	2
2	4	15	Від 0,7 до 1	8	4
3	6	22,5	Від 0,7 до 1	12	6
4	8	30	Від 0,7 до 1	16	8

Форма хвилі вихідного струму генератора ЕСР під час процедури перевіряння повинна бути подібною до рисунка 3.



Параметри, наведені в таблиці 2

Рисунок 3 — Типова форма хвилі вихідного струму генератора ЕСР

Величини параметрів розрядного струму повинні бути перевірені за допомогою вимірювальних приладів зі смугою пропускання 1000 МГц.

Менша смуга пропускання обмежує під час вимірювання тривалість наростання та амплітуди першого піку струму.

Для перевіряння, наконечник розрядного електрода повинен бути в безпосередньому контакті з датчиком струму, а генератор повинен працювати в режимі контактного розряду.

Типову установку для перевіряння технічних характеристик генератора ЕСР наведено на рисунку 4. Смуга пропускання мішені повинна бути більше ніж 1 ГГц. Деталі конструкції щодо можливого конструктивного виконання датчика струму наведено в додатку В.

Інші установки, ті що передбачають застосування в лабораторії камер Фарадея, які мають розміри, відмінні від тих, котрі вказано на рисунку 4; також передбачають відокремлення камер Фарадея від площини мішені, однак, у обох випадках відстань між датчиком і точкою уземлення генератора ЕСР повинна становити 1 м, також як розміщення розрядного зворотного кабелю.

Генератор ЕСР повинен бути перекалібрований в визначений період часу відповідно до прийнятої системи забезпечення якості.

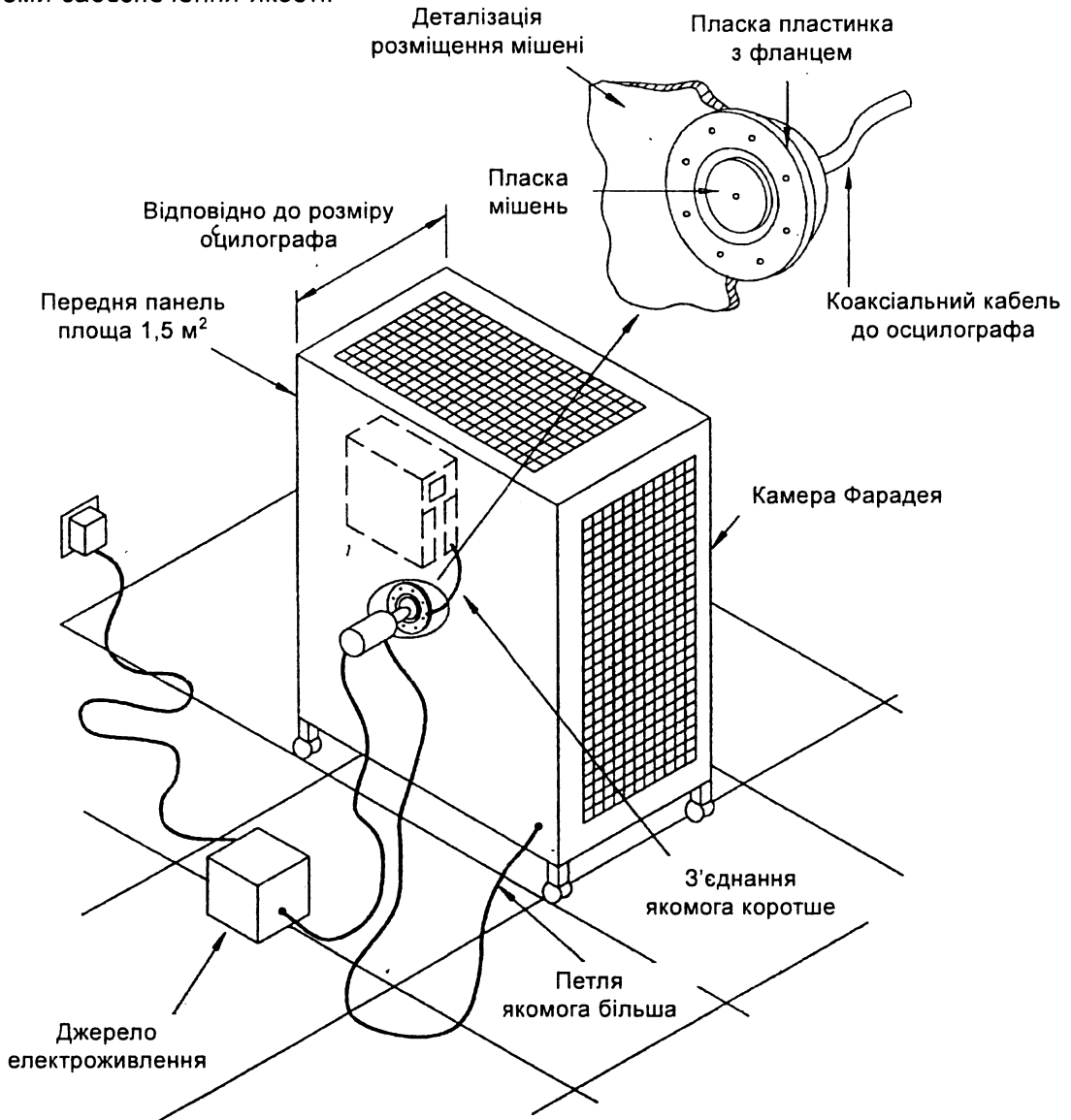


Рисунок 4 — Приклад установки для перевіряння генератора ЕСР

7 ВИПРОБОВУВАЛЬНА УСТАНОВКА

Випробовувальна установка складається з випробовувального генератора, ВО та допоміжного обладнання, необхідного для безпосереднього та опосередкованого прикладання розрядів до ВО, за варіантами, які вказано нижче:

- а) контактними розрядами на провідні поверхні ВО та на пластини зв'язку;
- б) повітряними розрядами на ізоляційні поверхні ВО.

Розрізняють два різних види випробовувань:

- випробовування (випробування на відповідність), що здійснюються у лабораторіях;
- випробовування на місці експлуатування, що здійснюються на обладнанні в умовах його остаточного розміщення.

Переважний метод випробовування — це такі випробовування, що здійснюються у лабораторіях.

ВО повинно бути змонтовано відповідно до інструкції виробника зі встановлення обладнання (за наявності).

7.1 Випробовувальна установка для випробовувань, які проводять у випробовувальних лабораторіях

Нижче наведено вимоги застосовні до проведення випробовувань у лабораторії за нормальних умов навколишнього середовища, які визначено в 8.1.

На підлозі випробовувальної лабораторії повинна бути пластина базового уземлення. Вона має бути металевим листом (мідним або алюмінієвим) мінімальною товщиною 0,25 мм; інші металеві матеріали може бути застосовано, але вони повинні мати мінімальну товщину не менше ніж 0,65 мм.

Мінімальна площа пластини становить 1 м², точні розміри залежать від розмірів ВО. Пластина повинна виступати за контур ВО або пластини зв'язку з кожного боку не менше ніж на 0,5 м, і повинна бути з'єднана із системою захисного уземлення.

Правила техніки безпеки повинні виконуватися постійно.

ВО повинно бути встановлено і підключено відповідно до його функційних вимог.

Відстань між ВО і стінами лабораторії та будь-якими іншими металевими конструкціями повинна складати не менше ніж 1 м.

ВО повинно бути підключено до системи захисного уземлення відповідно до технічної документації зі встановлення. Додаткові з'єднання із захисним уземленням не дозволено.

Розміщення силових та сигнальних кабелів повинно бути характерним для практики встановлення.

Розрядний зворотний кабель генератора ЕСР повинен бути з'єднаний з пластиною базового уземлення. Загальна довжина цього кабелю, зазвичай, є 2 м.

У випадку коли ця довжина перевищує довжину, необхідну для прикладання розряду у вибрані точки, залишкова довжина, за можливістю, повинна бути розміщена неіндуктивно на пластині базового уземлення і не бути ближче ніж на 0,2 м до інших провідних частин випробовувальної установки.

З'єднання уземлювальних кабелів із пластиною базового уземлення, а також усі інші з'єднання, повинні мати якомога менший опір, наприклад, застосовуючи високочастотні обмежувальні пристрої.

Якщо пластини зв'язку визначені, наприклад для забезпечення опосередкованого прикладання розряду, то вони повинні бути виготовлені з матеріалу того самого типу й тієї самої товщини, що й пластина базового уземлення, і підключені до пластини базового уземлення за допомогою кабелю, який має на кожному кінці резистор 470 кОм. Ці резистори повинні бути здатні витримувати напругу розряду та бути ізольовані, щоб уникнути короткого замикання на пластину базового уземлення, коли кабель лежить на ній.

Додаткові вимоги для різних типів обладнання наведено нижче.

7.1.1 Настільне обладнання

Випробовувальна установка повинна складатися з дерев'яного столу заввишки 0,8 м, встановленого на пластину базового уземлення.

Горизонтальна пластина зв'язку (ГПЗ) розміром 1,6 м × 0,8 м повинна бути розміщена на столі. ВО і кабелі повинні бути ізольовані від пластини зв'язку ізоляційною підставкою завтовшки 0,5 мм.

Якщо ВО завелике, щоб бути розташованим на відстані не менше ніж 0,1 м від усіх боків ГПЗ, повинна бути застосована додаткова ідентична ГПЗ, розміщена на відстані 0,3 м від першої, з її короткого боку. У цьому випадку треба застосовувати стіл більшого розміру або можна застосовувати два столи. Горизонтальні пластини зв'язку не повинні бути зв'язані між собою інакше ніж через резистинні кабелі до пластини базового уземлення.

Будь-які знімні монтажні ніжки ВО треба залишати на місцях.

Приклад випробовувальної установки для настільного обладнання наведено на рисунку 5.

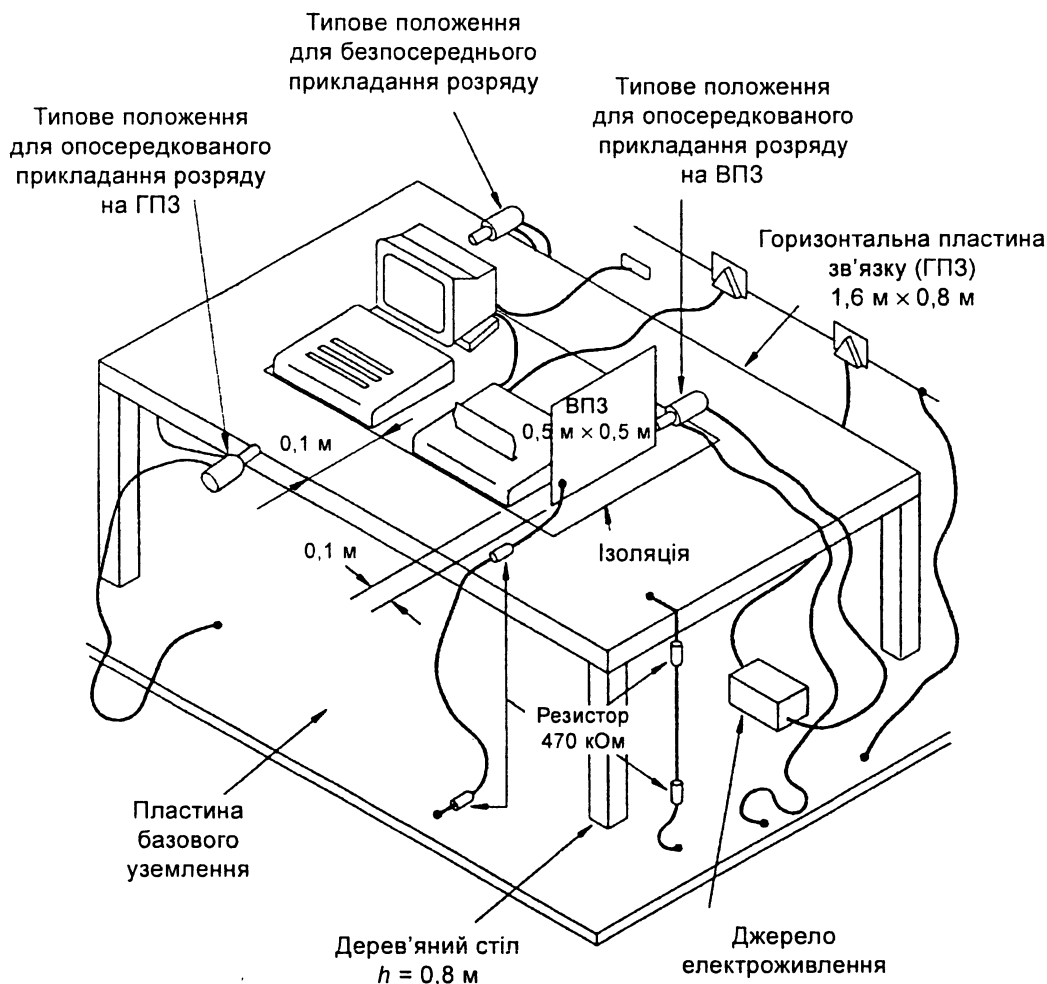


Рисунок 5 — Приклад випробовувальної установки для настільного обладнання.
Лабораторні випробовування

7.1.2 Долішнє обладнання

ВО та кабелі повинні бути ізольовані від пластини базового уземлення ізоляційною підставкою завтовшки близько 0,1 м.

Приклад випробовувальної установки для долішнього обладнання наведено на рисунку 6.

Будь-які знімні монтажні ніжки ВО треба залишати на місцях.

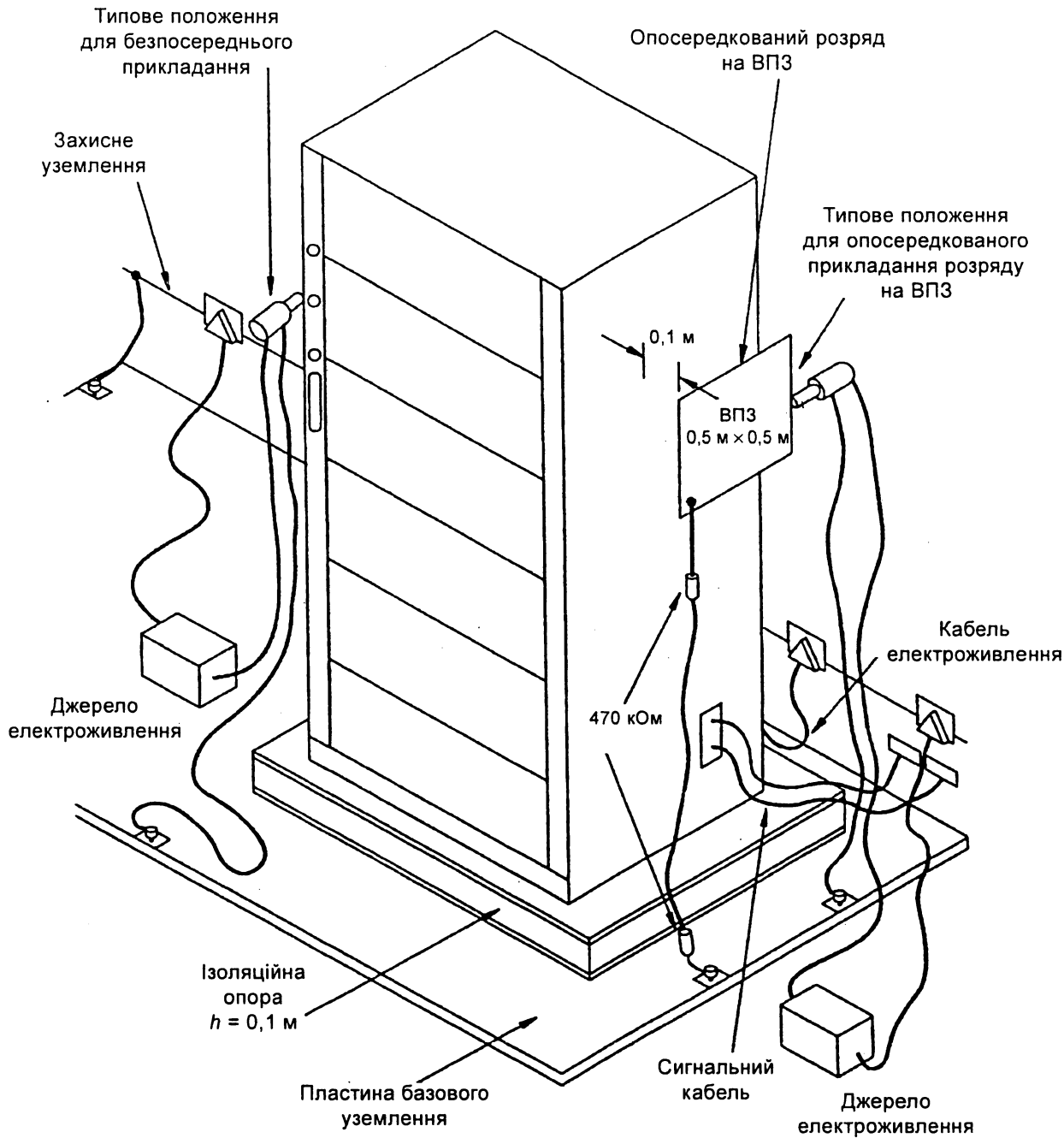


Рисунок 6 — Приклад випробувальної установки для долішнього обладнання.
Лабораторні випробування

7.1.3 Метод випробування неуземленого обладнання

Метод випробування, розглянутий у цьому підпункті, застосовують до обладнання чи до частин обладнання, особливості усталовлення чи конструкція якого перешкоджають його контакту з будь-якою системою захисного уземлення. Обладнання, або його частини, включають переносне обладнання, працює від батарей, і обладнання, що має подвійну ізоляцію (обладнання класу II).

Обґрунтування: неуземлене обладнання чи його неуземлені частини не можуть розряджатися самостійно, як обладнання класу I, що працює від мережі електроживлення. Якщо заряд не зміг стекти до дії наступного імпульсу ЕСР, то можливо, що напруга на ВО або його частинах буде вдвічі вище за заплановану випробну напругу. Тому, обладнання, що має подвійну ізоляцію, може бути заряджене нереально високим зарядом за рахунок накопичення декількох електростатичних розрядів на ємності ізоляції класу II. Внаслідок чого буде досягнуто пробивну напругу ізоляції з набагато більшою енергією.

Зазвичай, випробувальна установка повинна бути ідентичною тим, які описано в 7.1.1 і 7.1.2, відповідно.

Для того, щоб змодельовати окремих ЕСР (повітряний, або контактний розряд), заряд на ВО варто гасити перед кожною дією імпульсу ЕСР.

Заряд у місці металу чи металевій частині, на яку повинен бути спрямований імпульс ЕСР, наприклад, клеми корпусів, стрижні зарядних батарей, металеві антени, повинен бути погашений перед кожним застосовуванням випробувального імпульсу ЕСР.

Коли випробовування на дію ЕСР проводять над однією чи декількома доступними металевими частинами, то заряд варто гасити в тій точці, до якої необхідно застосувати імпульс ЕСР, тому що немає ніяких гарантій опору між даною точкою та іншими доступними точками виробу.

Варто використовувати кабель із стабілізуювальними навантажувальними резисторами 470 кОм, подібний тому, що застосовують із горизонтальними і вертикальними пластинами, див. 7.1.

Через те, що ємнісний опір між ВО і ГПЗ (настільною) і між ВО і еталонною площиною уземлення (долішньою) визначається розміром ВО, то кабель із стабілізуювальними навантажувальними резисторами може залишатися встановленим під час випробовування на дію ЕСР, якщо з функційної точки зору таке можливо. Один резистор у розрядному кабелі варто приєднати настільки близько, наскільки це можливо, бажано на відстань менше ніж 20 мм від випробувальної точки ВО. Другий резистор повинен бути приєднано поблизу кінця кабелю, приєднаного до ГПЗ для настільного обладнання (див. рисунок 7), чи до пластини базового уземлення для долішнього обладнання (див. рисунок 8).

Наявність кабелю зі стабілізуювальними навантажувальними резисторами може впливати на результати випробування будь-якого обладнання. У випадку суперечливих результатів, випробовування з кабелем, від'єднаним під час імпульсу ЕСР, є більш вірним, ніж випробовування, під час якого кабель було приєднано, тому що у останньому випадку забезпечується значне зниження заряду між наступними розрядами.

Як альтернативу можна застосовувати такі варіанти:

— проміжок часу між наступними розрядами варто збільшити до часу, необхідного для того, щоб відбулося природне загасання заряду у ВО;

— щітку з вуглецевим волокном зі стабілізуювальними навантажувальними резисторами (наприклад, 2×470 кОм) у уземлювальному кабелі;

— іонізатор повітря для пришвидшення природного розрядного процесу ВО в навколишньому середовищі.

Іонізатор необхідно відключити під час проведення випробовування на дію повітряного розряду. Використовування будь-якого альтернативного методу повинно бути зареєстроване в протоколі випробовування.

Примітка. У випадку суперечливої ситуації у разі загасання заряду, заряд на ВО може бути виміряний безконтактним датчиком електричного поля. Якщо заряд знизився нижче 10 % від свого первісного значення, то ВО вважають розрядженим.

Наконечник генератора ЕСР треба утримувати нормально (перпендикулярно) до поверхні ВО.

7.1.3.1 Настільне обладнання

Для настільного обладнання ВО розміщують на горизонтальній пластині зв'язку зверху ізолювальної фольги (0,5 мм товщиною), як описано в 7.1.1 і зображено на рисунку 5.

Якщо доступна металева частина ВО, до якої підводять імпульс ЕСР, є в наявності на ВО, то її варто приєднати до ГПЗ за допомогою кабелю зі стабілізуювальними навантажувальними резисторами (див. рисунок 7).

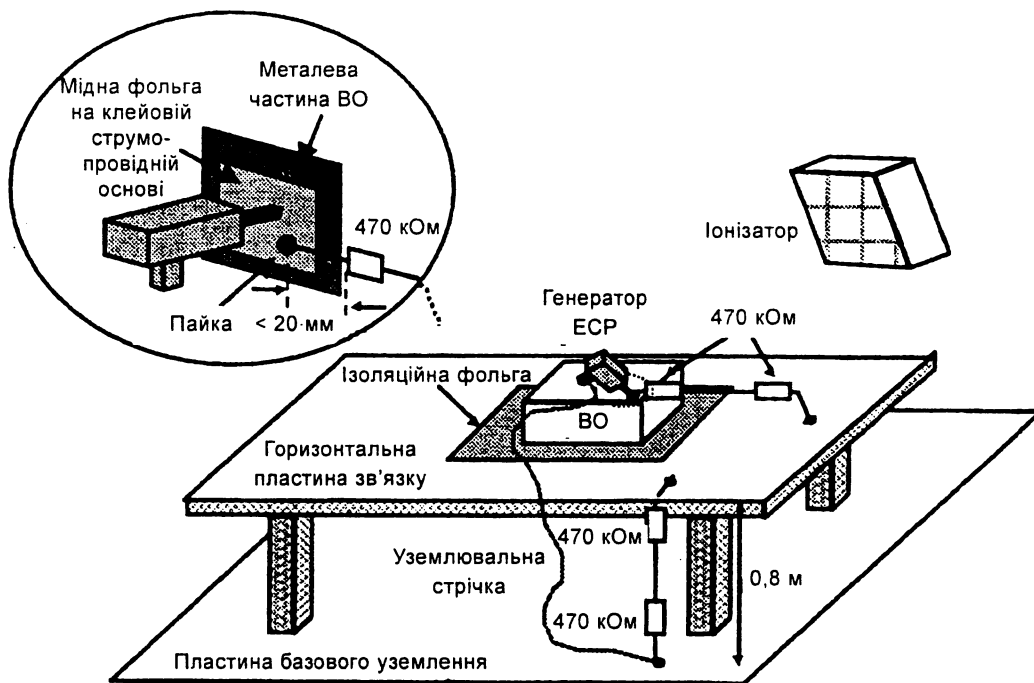


Рисунок 7 — Випробовувальна установка для неуземленого настільного обладнання

7.1.3.2 Долішнє обладнання

Долішнє обладнання, без металевого з'єднання з пластиною базового уземлення необхідно встановити відповідно до 7.1.2 і рисунку 6.

Має бути застосовано кабель зі стабілізуючими навантажувальними резисторами між доступною металевою частиною, до якої прикладатимуть імпульс ЕСР, і пластиною базового уземлення, див. рисунок 8.

7.2 Випробовувальна установка для випробовувань на місці експлуатування

Ці випробовування є додатковими й не обов'язкові для сертифікаційних випробовувань, їх проводять лише за узгодженням між виробником та споживачем. Має бути доведено, що інше розташоване поблизу обладнання не впливає на результати випробувань.

Обладнання або системи повинні бути випробувані за умов їх остаточного встановлення.

Для того, щоб спростити приєднання розрядного зворотного кабелю, пластину базового уземлення треба укласти на підлогу поблизу ВО на відстані близько 0,1 м. Ця пластина повинна бути мідною або алюмінієвою завтовшки не менше ніж 0,25 мм. Можна використовувати інші металеві матеріали, завтовшки не менше ніж 0,65 мм. Пластина повинна бути завширшки приблизно 0,3 м і завдовжки 2 м, якщо це дозволяє місце розміщення ВО.

Ця пластина базового уземлення повинна бути з'єднана із системою захисного уземлення. Там, де це неможливо, її має бути з'єднано з клеюю уземлення ВО, якщо вона є.

Розрядний зворотний кабель генератора ЕСР повинен бути з'єднаний з пластиною базового уземлення в найближчій до ВО точці. Якщо ВО встановлено на металевому столі, то стіл мусить бути з'єднаний з пластиною базового уземлення за допомогою кабелю, який має на кожному кінці резистор 470 кОм, щоб запобігти накопиченню заряду.

Приклад випробовувальної установки для випробовувань на місці експлуатування наведено на рисунку 9.

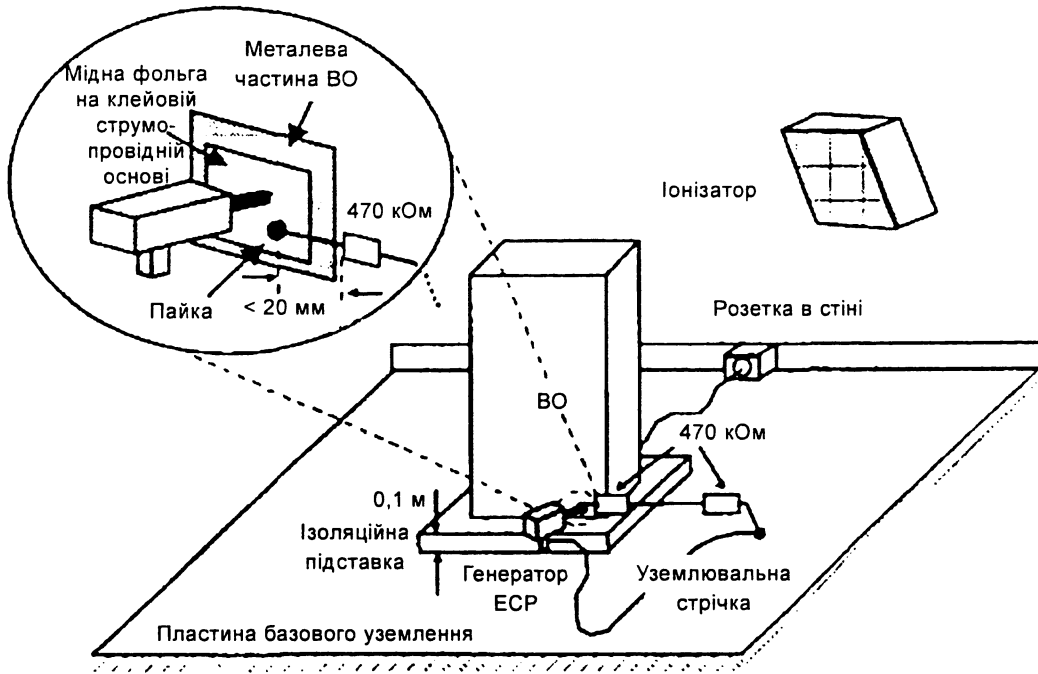


Рисунок 8 — Випробовувальна установка для неутраченого долішнього обладнання

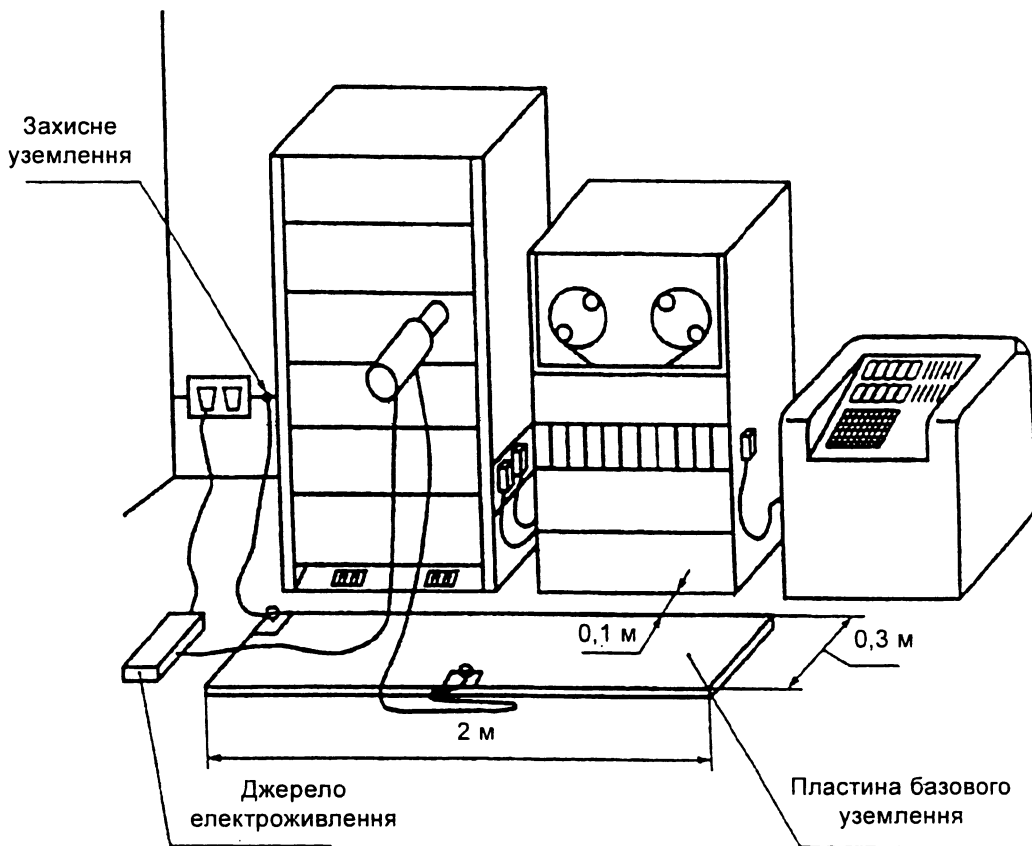


Рисунок 9 — Приклад випробовувальної установки для долішнього обладнання, випробовування на місці експлуатування

8 ПРОЦЕДУРА ВИПРОБОВУВАННЯ

8.1 Лабораторні нормальні умови

Для зменшення впливу параметрів навколишнього середовища на результати випробувань, випробовування треба проводити в кліматичних та електромагнітних нормальних умовах, указаних у 8.1.1 та 8.1.2.

8.1.1 Кліматичні умови

У разі випробовування на дію повітряного розряду, кліматичні умови повинні бути у таких діапазонах:

- температура навколишнього середовища: від 15 °C до 35 °C;
- відносна вологість: від 30 % до 60 %;
- атмосферний тиск: від 86,0 кПа (860 мбар) до 106 кПа (1060 мбар).

Примітка. Будь-які інші значення можуть бути задані в технічній документації на виріб.

ВО має функціювати у сприятливих кліматичних умовах.

8.1.2 Електромагнітні умови

Електромагнітне оточення в лабораторії не повинно впливати на результати випробувань.

8.2 Контроль ВО

Програма випробовувань і програмне забезпечення повинно забезпечувати виконання усіх нормальних режимів роботи ВО. Застосування засобів спеціального програмного забезпечення заохочується, але дозволяється лише коли це вказує на те, що ВО буде всесторонньо випробуване.

Під час випробовування на відповідність, ВО має працювати безперервно у найчутливішому режимі (програмному циклі), який визначають у попередніх випробовуваннях.

Якщо необхідне контрольне обладнання, то воно повинно бути розділено для того, щоб зменшити можливість помилкових сигналів несправностей.

8.3 Проведення випробовування

Випробовування повинні бути проведені за безпосереднього та опосередкованого прикладання розрядів до ВО відповідно до плану випробовувань. План повинен включати:

- характерні умови роботи ВО;
- яке ВО будуть випробовувати настільне або долішне;
- точки, до яких повинно бути прикладено розряди;
- вказівку про те, який розряд повинен бути прикладений (контактний або повітряний) до кожної точки;
- випробовувальний рівень, який будуть застосовувати;
- кількість розрядів, яка повинна бути прикладена до кожної точки для випробовування на відповідність;
- необхідність проведення випробовувань на місці експлуатування.

Якщо необхідно, то проводять дослідницькі випробовування для визначення окремих положень плану випробовувань.

8.3.1 Безпосереднє прикладання розрядів до ВО

Якщо інше не вказано в родовому стандарті, стандарті на конкретні види виробів або на групу однотипних виробів, то електростатичний розряд треба подавати лише в такі точки та поверхні ВО, до яких може доторкнутися оператор під час нормального експлуатування. Нижче наведено винятки (тобто, розряди не прикладають до таких точок і поверхонь):

- а) ті точки і поверхні, що є доступними лише під час технічного обслуговування. У цьому випадку у супровідній документації треба вказати спеціальну процедуру запобігання ЕСР;
- б) ті точки і поверхні, що доступні лише під час експлуатування (кінцевим) користувачем. Приклади таких важко доступних точок: контакти батареї під час її заміни, касета в автовідповідачі, тощо;
- с) ті точки і поверхні обладнання, що більше не доступні після стаціонарного установлення чи після того, як було дотримано інструкцій з експлуатування, наприклад, днище і/або стінка обладнання, або області поза встановленими з'єднувачами;

д) контакти коаксіальних і багатоштирьових з'єднувачів з металевою оболонкою. У цьому випадку контактні розряди слід застосовувати до металевої оболонки цього з'єднувача.

Контакти всередині непровідного з'єднувача (наприклад, пластикового) і які доступні треба випробовувати лише на дію повітряного розряду. Це випробовування треба проводити із застосуванням закругленого наконечника штиря на генераторі ЕСР.

Загалом, треба враховувати шість випадків:

Випадок	Оболонка з'єднувача	Матеріал покриву	Повітряний розряд у:	Контактний розряд у:
1	Металева	Немає	—	Оболонку
2	Металева	Ізольоване	Покрив	Оболонку, якщо доступна
3	Металева	Металева	—	Оболонку і покрив
4	Ізольована	Немає	^a	—
5	Ізольована	Ізольоване	Покрив	—
6	Ізольована	Металева	—	Покрив

Примітка. У випадку застосування покриву для захисту від ЕСР штирів з'єднувача, запобіжний знак щодо ЕСР повинен бути розташований на покрив чи на обладнанні поруч із з'єднувачем.

^a Якщо стандарт на конкретний вид виробу (на групу однотипних виробів) потребує випробовування окремих штирів ізольованого з'єднувача, то в даному випадку варто застосовувати повітряні розряди.

е) ті контакти з'єднувачів чи інших доступних частин, що є чутливими до ЕСР у зв'язку з функційними особливостями, і мають попереджувальний знак щодо ЕМС, наприклад, вхідні високочастотні порти для вимірювання, приймання, чи інших комунікаційних функцій.

Обґрунтування: більшість портів з'єднувача сконструйовані так, щоб приймати високочастотну інформацію, як аналогову, так і цифрову. Тому вони не можуть бути захищені необхідними захисними пристроями від перенапруги. У випадку аналогового сигналу, рішенням можуть слугувати пропускі фільтри. Захисні діоди від перенапруги мають занадто велику конструктивну ємність, щоб їх використовували при частотах, на яких функціє ВО.

У всіх інших випадках рекомендують здійснити спеціальні процедури для зменшення впливу ЕСР, що повинно бути вказано в супровідній документації.

Випробовувальну напругу треба підвищувати від мінімального значення до значення, яке відповідає вибраному випробовувальному рівню, для того, щоб визначити будь-який поріг відмови (див. розділ 5). Кінцевий випробовувальний рівень не повинен перевищувати значення, вказаного в технічній документації на обладнання, щоб уникнути пошкодження обладнання.

Випробовування треба здійснювати окремими розрядами. На кожну вибрану точку повинно бути зроблено не менше ніж 10 окремих розрядів (із найсприйнятливою полярністю).

Рекомендують вибирати інтервал часу між послідовними окремими розрядами тривалістю 1 с. Більш тривалі інтервали, за необхідності, використовують для визначення виникнення відмови системи.

Примітка. Точки, на які треба подавати розряди, можна вибирати за допомогою дослідження, яке проводять із частотою повторення 20 розрядів за секунду, або більше.

Генератор ЕСР треба розташовувати перпендикулярно до поверхні, на яку роблять розряд. Це покращує повторність результатів випробувань.

Розрядний зворотний кабель генератора треба розташовувати на відстані не менше ніж 0,2 м від ВО під час застосування ЕСР.

При контактних ЕСР треба спочатку доторкнутися наконечником розрядного електрода до ВО, а потім увімкнути розрядний ключ.

У випадку, якщо провідні поверхні ВО пофарбовані, необхідно виконувати такі процедури:

Якщо виробник обладнання не указує, що покриття призначено для ізоляції, то необхідно проколоти покриття наконечником генератора для здійснення контакту з провідною поверхнею. Покриття, указаний виробником як ізолювальний, треба піддавати лише повітряним ЕСП. Випробовування на дію контактними ЕСП не можна проводити на таких поверхнях.

При повітряних ЕСП круглий наконечник розрядного електрода треба за можливості швидким рухом (не спричиняючи механічних пошкоджень поверхні) наблизити для доторкування до ВО. Після кожного розряду, генератор ЕСП (розрядний електрод) необхідно віддаляти від ВО. Генератор надалі перемикається для нового окремого розряду. Ця процедура повинна повторюватися необхідну кількість разів. Під час випробовування повітряним розрядом розрядний ключ, який використовують для контактного розряду, мусить бути постійно замкнений.

8.3.2 Опосередковане прикладання розряду

Розряди на предмети, розташовані та встановлені біля ВО, треба імітувати подаванням розрядів від генератора ЕСП на пластину зв'язку за методом контактного розряду.

На додаток до процедури випробовування, описаної у 8.3.1, повинно бути враховано вимоги, наведені у 8.3.2.1 та 8.3.2.2.

8.3.2.1 Горизонтальна пластина зв'язку (ГПЗ) під ВО

Розряд у ГПЗ повинно бути виконано горизонтально у край ГПЗ.

Не менше ніж 10 окремих розрядів (із найчутливішою полярністю) повинно бути подано на передній край кожної ГПЗ напроти центральної точки кожної сторони ВО (якщо можливо) та на відстані 0,1 м від передньої сорони ВО. Під час розряду довга вісь розрядного електрода повинна знаходитись у площині ГПЗ та бути перпендикулярною її передньому краю.

Розрядний електрод повинен контактувати з краєм ГПЗ (див. рисунок 5).

Додатково, треба звернути увагу на випробовування всіх сторін ВО.

8.3.2.2 Вертикальна пластина зв'язку

Не менше ніж 10 окремих розрядів (із найчутливішою полярністю) повинно бути подано на центр одного вертикального ребра пластини зв'язку (див. рисунки 5 та 6). Пластину зв'язку розмірами 0,5 м × 0,5 м розміщують паралельно до стінки ВО на відстані 0,1 м від ВО.

Розряд має бути подано на пластину зв'язку, яку розташовують у різних позиціях, таких як чотири сторони ВО, таким чином, щоб ВО було повністю опромінене.

9 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАННЯ

Результати випробування треба класифікувати на підставі виходу з ладу чи погіршення робочих характеристик випробовуваного обладнання відповідно до рівня якості функціонування, встановленого виробником або замовником випробовування, або погодженого між виробником та покупцем виробу. Рекомендована така класифікація:

- а) нормальна якість функціонування в межах, встановлених виробником, замовником чи покупцем;
- б) тимчасовий вихід із ладу чи погіршення робочих характеристик, що відновлюються після припинення збурення, і після чого випробне обладнання відновлює нормальну якість функціонування без втручання оператора;
- в) тимчасовий вихід із ладу чи погіршення робочих характеристик, виправлення яких потребує втручання оператора;
- г) вихід із ладу або погіршення робочих характеристик, які є незворотними в зв'язку з ушкодженням апаратного чи програмного забезпечення, або втратою даних.

Технічні умови, встановлені виробником, повинні визначати вплив на ВО, що можна вважати незначним, а, отже, припустимим.

Ця класифікація може бути використана як настанова для формулювання критеріїв якості функціонування комітетами, відповідальними за родові стандарти, стандарти на конкретні види виробів чи на групу однотипних виробів, або як основа для погодження критерію якості функціонування між виробником і покупцем, наприклад, там, де немає відповідних родових стандартів, стандартів на конкретні види виробів чи на групу однотипних виробів

10 ПРОТОКОЛ ВИПРОБОВУВАННЯ

Протокол випробовування повинен містити всю інформацію, необхідну для відтворення випробовування. Зокрема, треба зареєструвати таке:

- пункти, встановлені в плані випробовування, за вимогами розділу 8 цього стандарту;
- ідентифікація ВО і будь-якого допоміжного обладнання, наприклад, торговельна марка, тип виробу, серійний номер;
- ідентифікація випробовувального обладнання, наприклад, торговельна марка, тип виробу, серійний номер;
- будь-які спеціальні умови електромагнітного оточення, у яких було проведено випробовування, наприклад, екранована камера;
- будь-які особливі умови, необхідні для забезпечення виконання випробовування;
- рівень якості функціонування, встановлений виробником, замовником чи покупцем;
- критерій якості функціонування, зазначений у родовому стандарті, стандарті на конкретний вид виробу чи на групу однотипних виробів;
- будь-який вплив на ВО, що спостерігався під час чи після дії випробовувальної завади і тривалість цього впливу;
- обґрунтування рішення витримало/невитримало (заснованого на критерії якості функціонування, зазначеному у родовому стандарті, стандарті на конкретний вид виробу чи групу виробів, або погоджених між виробником і покупцем);
- будь-які особливі умови використання, наприклад, довжина кабелю чи його тип, екранування або уземлення, або умови експлуатування ВО, що є необхідними для досягнення відповідності.

ДОДАТОК А (довідковий)

ПОЯСНЕННЯ

А.1 Загальні положення

Проблема захисту обладнання від розряду статичної електрики має велике значення для виробників та споживачів.

Широке використання мікроелектронних компонентів обумовлює необхідність визначити аспекти проблеми та шукати рішення підвищення надійності виробів та систем.

Проблема накопичення статичної електрики та наступних розрядів стає більш значущою для неконтрольованих умов навколишнього середовища і широкого застосування обладнання та систем у широкому колі промислових підприємств.

Обладнання також може бути піддано дії електромагнітної енергії, коли виникають розряди від обслуговувального персоналу на близько розташовані предмети. Крім того, розряди можуть виникнути між металевими предметами, такими як стільці та столи, що знаходяться поблизу від обладнання. Однак, ґрунтуючись на досвіді, який існує до теперішнього часу, можна вважати, що випробовування, описані в цьому стандарті, досить точно моделюють ефекти від дії описаних явищ. Цей аспект буде вивчатися, що може призвести до змін цього стандарту.

Електростатичні розряди від оператора можуть призвести до збоїв обладнання або пошкодження електронних компонентів. Домінуючий вплив приписують параметрам розрядного струму (тривалість наростання, тривалість імпульсу, тощо).

Знання проблеми й необхідність захисних заходів для запобігання небажаним ефектам через розряд статичної електрики на обладнання, потребує розробки стандартизованих методів випробовувань, описаних у цьому стандарті.

А.2 Вплив умов навколишнього середовища на рівні заряду

Виникненню електричних зарядів найбільшою мірою сприяють одночасне використання синтетичних покривів і низька відносна вологість повітря. Існує багато можливих варіацій процесів заряду. Звичайна ситуація за якої оператор ходить по килиму та при кожному кроці приймає або віддає електрони від свого тіла до покриву. Тертя між одягом оператора і його стільцем може спричинювати накопичення електростатичних зарядів. Оператор може заряджатися безпосередньо або в результаті електростатичної індукції. У останньому випадку провідний килим не забезпечить захист до того часу, поки оператор не буде уземлений на нього відповідним чином.

Значення напруги, до якої можуть бути заряджені різні тканини залежно від відносної вологості повітря, графічно наведені на рисунку А.1.

Обладнання може безпосередньо підпадати під розряди величиною напруги до кількох кіловольт залежно від типу синтетичної тканини та відносної вологості навколишнього середовища.

А.3 Співвідношення рівнів повітряних і контактних розрядів у навколишньому середовищі

Для визначення вимог несприйнятливості, як вимірювану величину використовують знайдені в оточенні споживача рівні статичної напруги. Однак, установлено, що передавання енергії є функцією розрядного струму більш ніж, як прийнято, електростатичної напруги, яка спричинює розряд. Більше того, установлено, що розрядний струм зазвичай менш пропорційний до передрозрядної напруги на високих рівнях напруги.

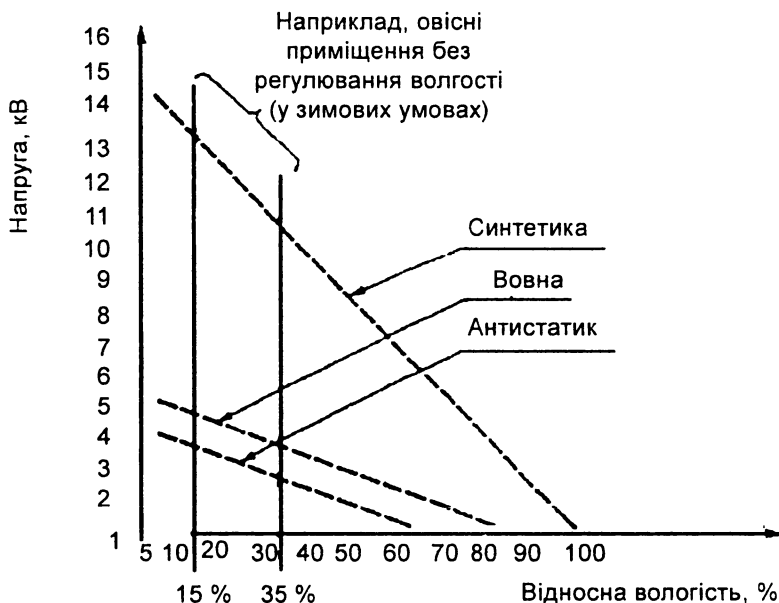


Рисунок А.1 — Максимальні значення електростатичної напруги, до якої можуть бути заряджені оператори за контакту з матеріалами, згаданими в А.2

Можливі причини непропорційності відношення між передрозрядною напругою та розрядним струмом такі:

— розряд високовольтного заряду, зазвичай, здійснюється через довгу дугу, яка збільшує тривалість наростання імпульсу, внаслідок чого високочастотний спектральний складник розрядного струму менший ніж за умов пропорційності до передрозрядної напруги;

— високі рівні зарядної напруги з більшою ймовірністю пройдуть крізь малі ємності за умов, що кількість заряду буде сталою для усіх типових випадків виникнення заряду. Навпаки, при про-

ході високої зарядної напруги крізь велику ємність потрібно декілька послідовних генерацій заряду, що є менш імовірним. Це означає, що енергія заряду має тенденцію бути сталою для випадків високих зарядних напруг визначених в умовах роботи користувача.

Виходячи з вищенаведеного, вимоги до несприйнятливості для умов роботи споживача повинні бути визначені у термінах амплітуди розрядного струму.

Визнання цієї концепції полегшує проектування випробовувального пристрою. Компроміс у виборі зарядної напруги випробовувального пристрою й розрядного опору дозволяє забезпечити потрібні амплітуди розрядного струму.

А.4 Вибір випробовувальних рівнів

Випробовувальні рівні, які вибирають відповідно до найбільш реального розміщення та умов навколишнього середовища, наведено у таблиці А.1.

Таблиця А.1 — Рекомендації щодо вибору випробовувальних рівнів

Клас	Відносна вологість, не більше, %	Антистатичний матеріал	Синтетичний матеріал	Максимальна напруга, кВ
1	35	+	—	2
2	10	+	—	4
3	50	—	+	8
4	10	—	+	15

Класи розміщення та оточення рекомендовано пов'язувати з випробовувальними рівнями як наведено у розділі 5 цього стандарту.

Для деяких матеріалів, наприклад, дерева, бетону і кераміки ймовірний рівень не вище ніж рівень 2.

Примітка. Важливо, при виборі відповідних випробовувальних рівнів для конкретного оточення враховувати дії найістотніших параметрів ЕСР.

Найістотнішим параметром, можливо, є швидкість зміни розрядного струму, яка може бути отримана за різних комбінацій зарядної напруги, пікового розрядного струму та тривалості наростання.

Наприклад, необхідний ЕСР напругою 15 кВ для оточення із синтетичного матеріалу більш ніж достатньо перекидається 8 кВ/30 А класом 4 за використання контактного розряду ЕСР генератора відповідно до цього стандарту.

Разом із тим за дуже низької вологості середовища та застосовування синтетичних матеріалів виникають більш високі напруги, ніж 15 кВ.

У випадку випробовувань обладнання з ізолювальними поверхнями можна використовувати метод повітряного розряду за напруги до 15 кВ.

А.5 Вибір випробовувальних точок

Випробовувальні точки для дії розрядів можуть охоплювати, наприклад, такі:

- точки на металевих частинах корпусу, які електрично ізолювані від землі;
- будь-яку точку на панелі керування або на клавіатурі та будь-які інші точки зв'язку «людина—машина», такі як перемикачі, ручки, кнопки та інші доступні для оператора місця;
- індикатори, світлодіоди, щілини, захисну ґратку, корпуси з'єднувачів, тощо.

А.6 Технічне обґрунтування для застосовування методу контактного розряду

Загалом, відтворність попереднього методу випробовувань (повітряний розряд) залежать від впливу, наприклад, швидкості наближення розрядного наконечника, вологості й конструкції випробовувального обладнання, які приводять до змінення тривалості наростання імпульсу й сили розрядного струму.

У наведених вище конструкціях випробовувального обладнання ЕСР, ЕСР імітували розрядом зарядженого конденсатора через розрядний наконечник на ВО, розрядний наконечник через зазор створює іскру на поверхню ВО.

Іскровий розряд — дуже складне фізичне явище. Було встановлено, що за змінюваного іскрового зазору результативна тривалість наростання (або фронт) розрядного струму може мінятися від менше ніж 1 нс до більше ніж 20 нс по мірі змінення швидкості наближення.

Утримування швидкості наближення сталою не забезпечує сталого значення тривалості наростання. Для деяких комбінацій напруга/швидкість, тривалість наростання змінюється до 30 разів.

Один із пропонованих шляхів стабілізування тривалості наростання — це використовувати механічно фіксований іскровий зазор. Хоча за застосування цього методу тривалість наростання стабілізується, його не можна рекомендувати, оскільки при цьому результувальна тривалість наростання є набагато повільнішою, ніж тривалість наростання природного явища, яке мусить бути змодельоване.

Високочастотний складник реального ЕСР цим методом імітується не належним чином. Застосування різних типів перемикальних пристроїв (таких як газотрони або тиратрони) замість відкритої іскри є інша можливість, однак, такі типи перемикальних пристроїв генерують тривалість наростання, якого теж залишається меншою порівняно з реальним ЕСР.

Єдиним перемикальним пристроєм, відомим за теперішнього часу, який здатний стабільно виробляти швидко наростальні розрядні струми, є реле. Реле повинно мати достатню величину максимально допустимої напруги та забезпечувати одиночний контакт (щоб уникнути подвійних розрядів на наростальній частині). Для більш високих напруг кращими є вакуумні реле. Досвід показує, що з використанням реле як перемикального елемента не лише форма вимірюваного розрядного імпульсу є набагато більш стабільною в своїй наростальній частині, але також і результати випробувань реальних ВО є більш повторюваними.

Отже, імпульсне кероване реле є пристроєм, який виробляє потрібний імпульс струму (амплітуда та тривалість наростання).

Цей струм співвідноситься з реальною напругою ЕСР, як описано у А.3.

А.7 Вибір елементів для генератора ЕСР

Має бути застосовано накопичувальну ємність яка відображає ємність людського тіла. Номінальне значення 150 пФ визначено таким, що відповідає для цієї цілі.

Для імітації внутрішнього опору людини, яка тримає металевий предмет, як наприклад, ключ або інструмент, повинно бути використано опір 330 Ом. Установлено, що ця ситуація досить типова, щоб відобразити всі розряди від людини.

ДОДАТОК В

(довідковий)

ДЕТАЛІ КОНСТРУКЦІЇ

В.1 Струмочутливий датчик

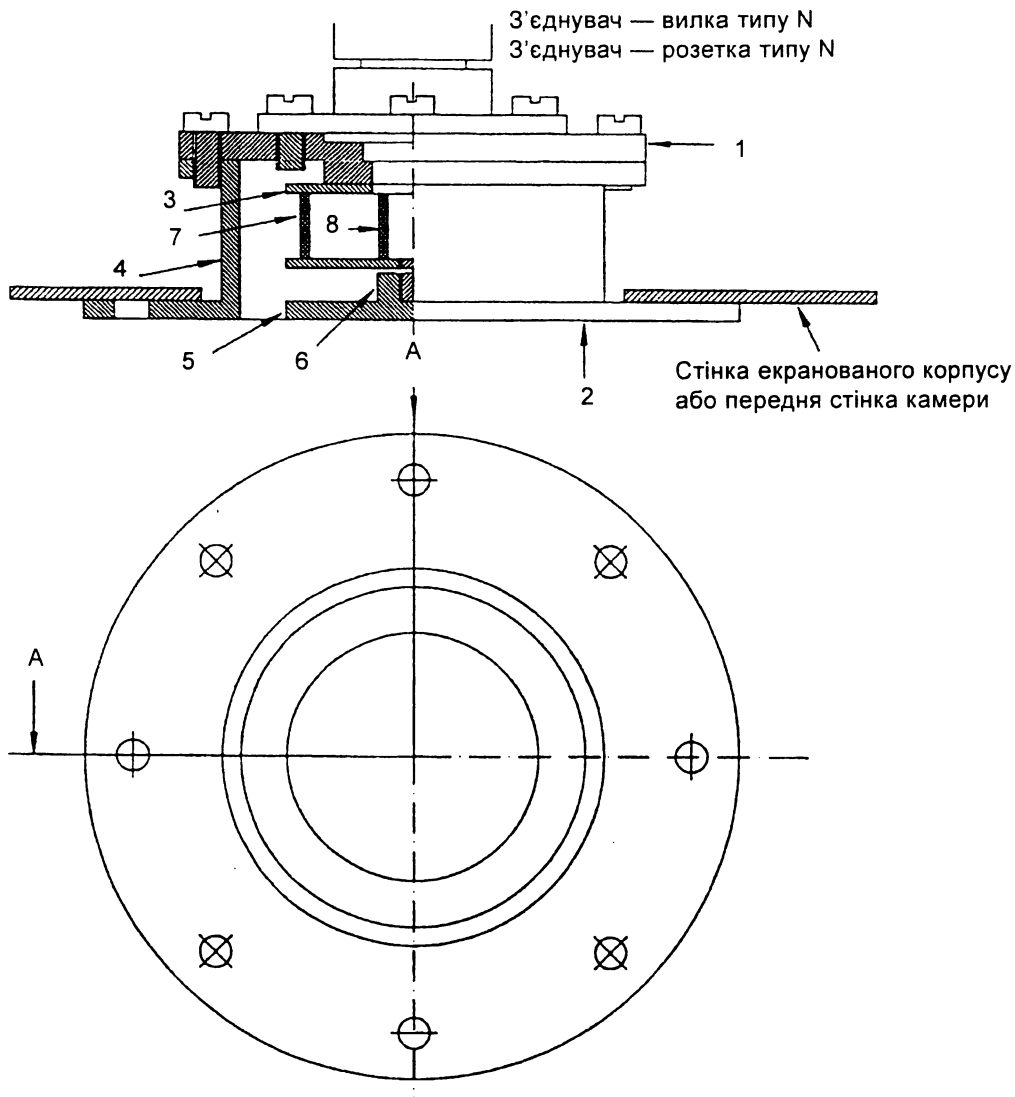
Деталі конструкції можливого струмочутливого датчика наведені на рисунках В.1—В.7.

Складання необхідно проводити у такій послідовності:

- 1) Припаяти 25 навантажувальних резисторів «7» (51 Ом, 5 %, 0,25 Вт) до вихідної сторони диска «3» й обрізати кінці після пайки.
- 2) Припаяти 5 узгоджувальних резисторів «8» (240 Ом, 5 %, 0,25 Вт) у п'ятикутному розташуванні до вихідного коаксіального з'єднувача типу N.
- 3) Приєднати диск «3» з навантажувальними резисторами зовнішньою стороною до фланця вихідного з'єднувача «1», використовуючи 4 гвинти M2,5 завдовжки 6,5 мм.
- 4) Приєднати вихідний з'єднувач з узгоджувальними резисторами «7» до фланця вихідного з'єднувача «1», використовуючи 4 гвинти M3.
- 5) Припаяти до вхідного диска «4» з гвинтовою опорою для електрода «6», пригвинченою та припаяною, обидві навантажувальні та узгоджувальні групи резисторів. Обрізати кінці після пайки.
- 6) Нагвинтити плаский дисковий електрод «5» на гвинтову опору для електрода «6», потім установити опору для фіксації «2», використовуючи 8 гвинтів M3 завдовжки 6,5 мм.

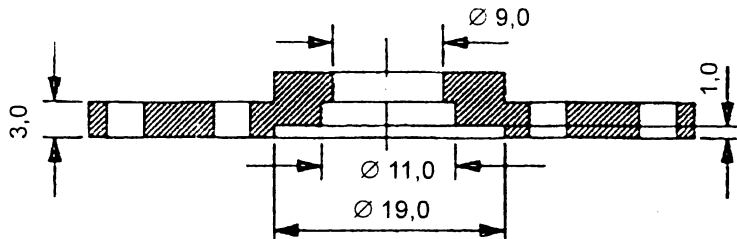
В.2 Індуктивний пробник струму

Опис та деталі конструкції — у процесі розроблення

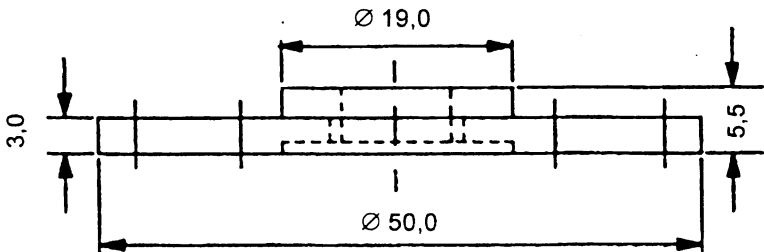
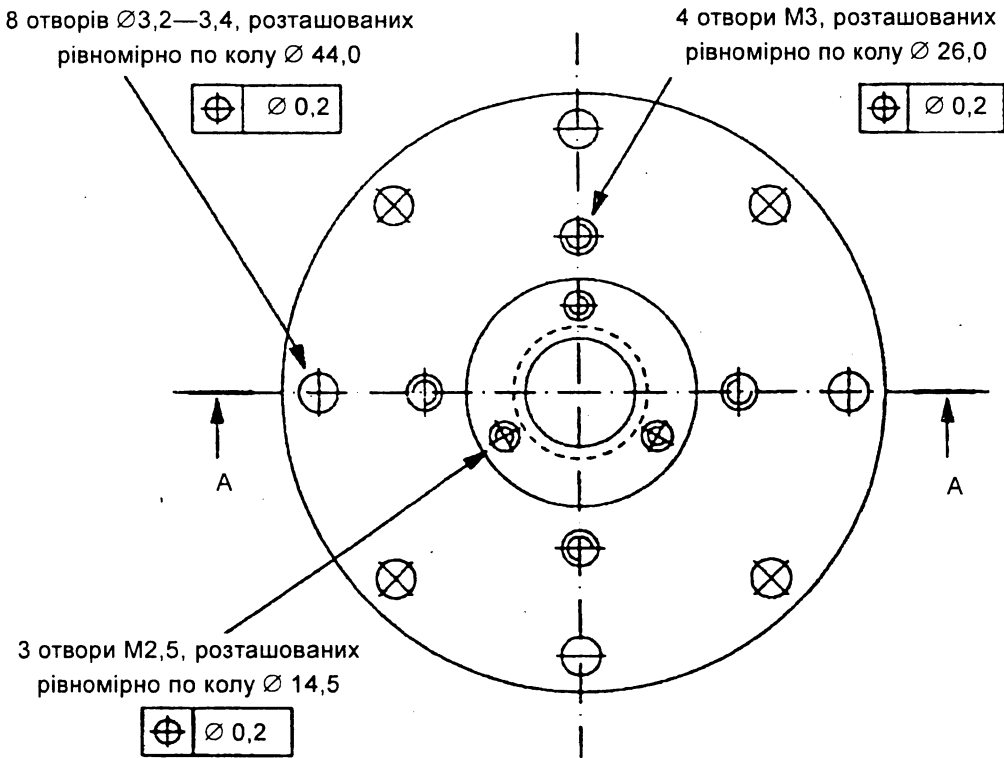


Позиція	Кількість	Гвинти	Кількість
1	1	М3 завдовжки 6,5 мм	12
2	1		
3	1		
4	1		
5	1		
6	1	М2,5 завдовжки 5,0 мм	3
7	25		
8	5	Резистор 51 Ом Резистор 240 Ом	

Рисунок В.1 — Деталі конструкції активної навантаги.



Розріз А-А

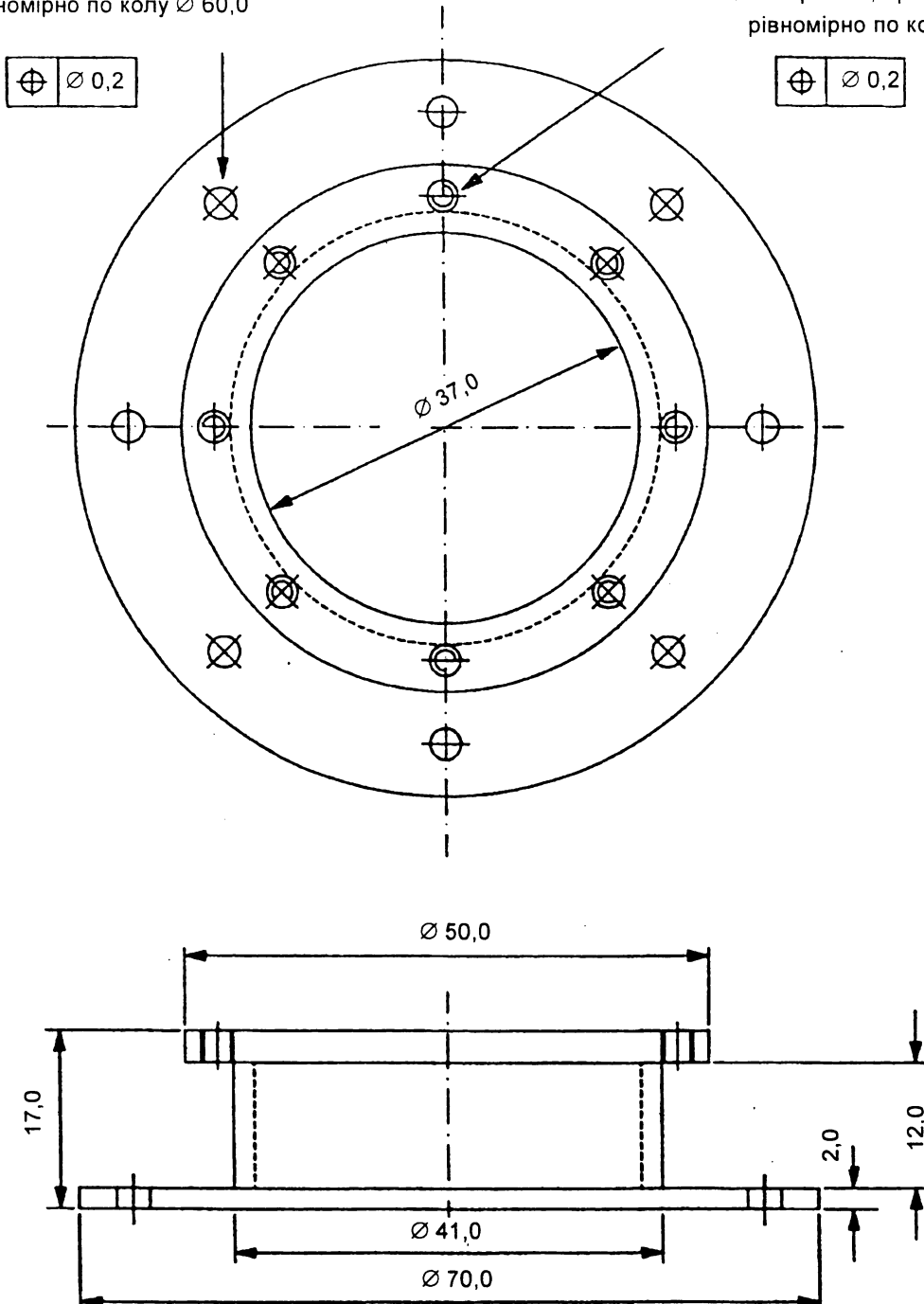


Матеріал і покритв: посріблена мідь або посріблена латунь.

Рисунок В.2

8 отворів $\varnothing 3,2$ — $3,4$, розташованих
рівномірно по колу $\varnothing 60,0$

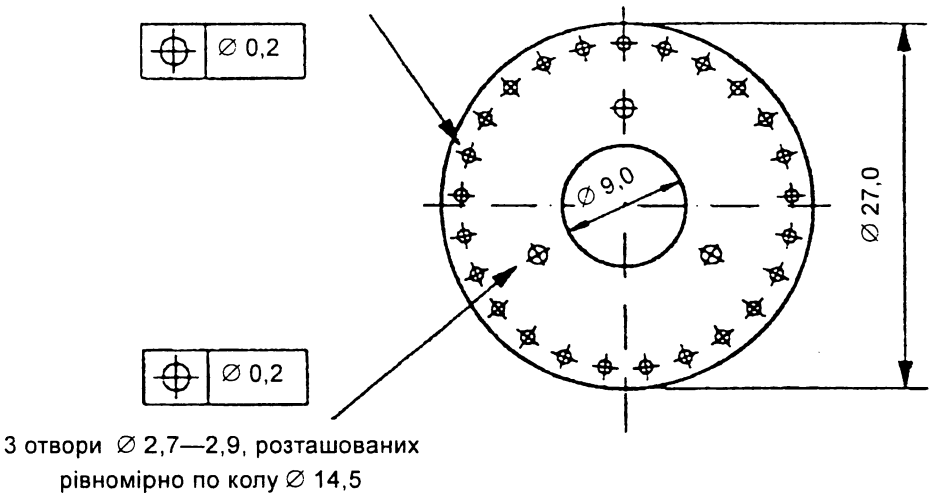
8 отворів М3,5 розташованих
рівномірно по колу $\varnothing 44,0$



Матеріал і покриття: посріблена мідь або посріблена латунь.

Рисунок В.3

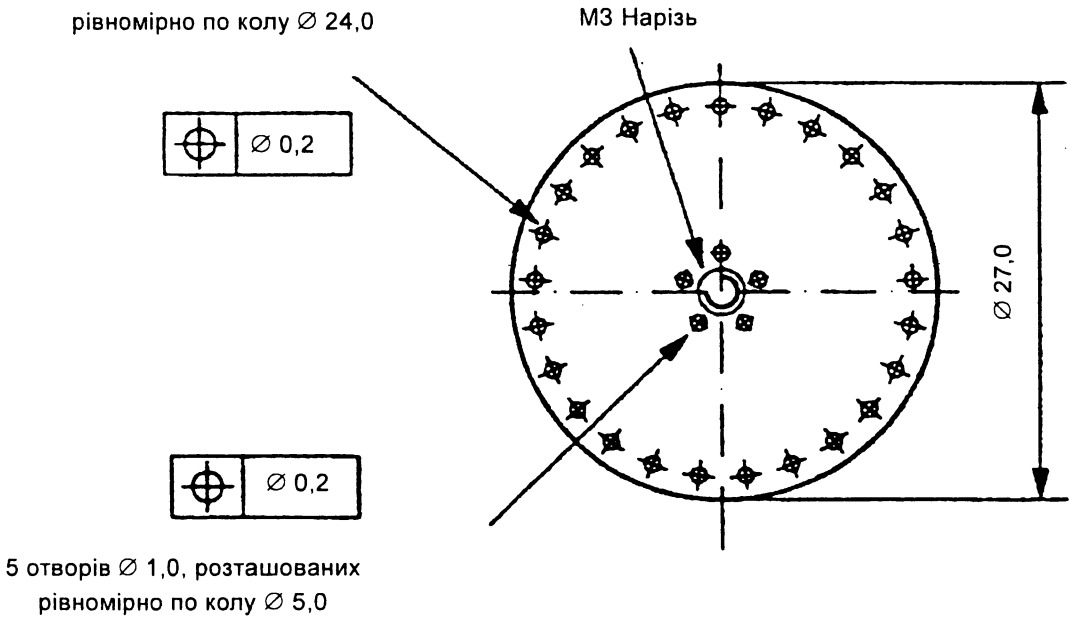
25 отворів $\varnothing 1,0$, розташованих
рівномірно по колу $\varnothing 24,0$



Матеріал і покриття: посріблена мідь або посріблена латунь.

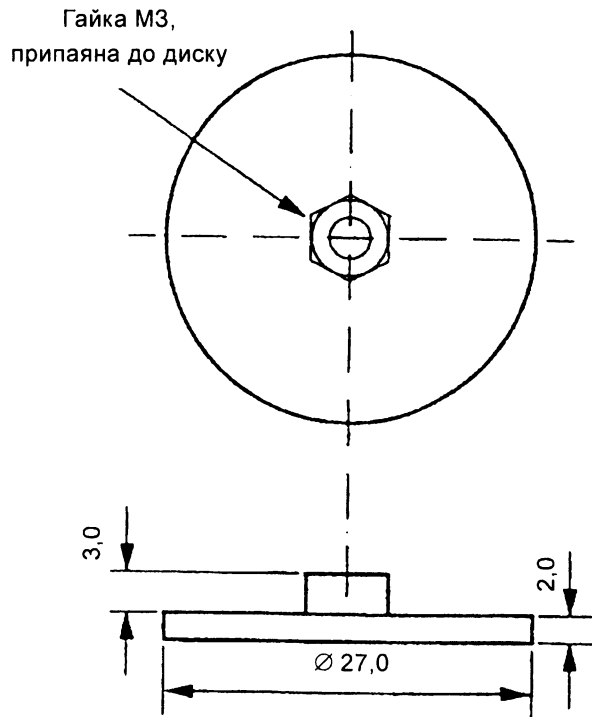
Рисунок В.4

25 отворів $\varnothing 1,0$, розташованих
рівномірно по колу $\varnothing 24,0$



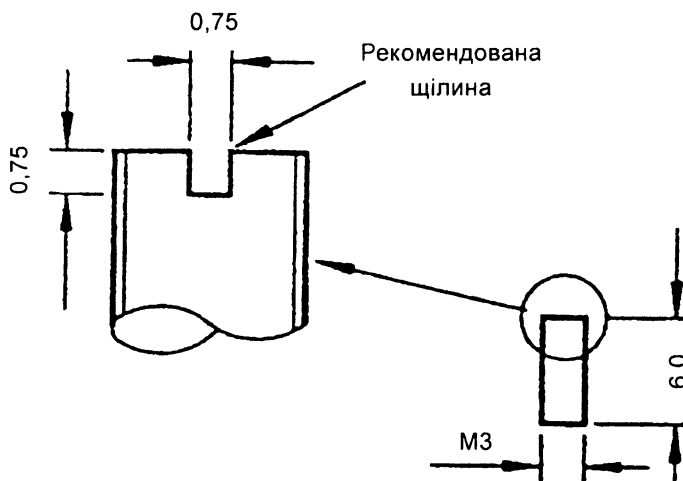
Матеріал і покриття: посріблена мідь або посріблена латунь завтовшки 1 мм.

Рисунок В.5



Матеріал і покриття: посріблена мідь або посріблена латунь.

Рисунок В.6



Матеріал і покриття: посріблена мідь або посріблена латунь.

Рисунок В.7

ДОДАТОК НА
(довідковий)

**ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ,
ІДЕНТИЧНИХ МС І РОЗРОБЛЕНИХ НА ОСНОВІ МС,
НА ЯКІ Є ПОСИЛАННЯ В ЦЬОМУ СТАНДАРТІ**

ДСТУ 3114–95 Матеріали радіотехнічні. Випробування дією вологи і тепла в усталеному режимі (ІЕС 60068-1:1988, ІЕС 60068-2-3:1969, ІЕС 60068-2-28:1981, IDT)

ДСТУ ІЕС 60050-161:2003. Словник електротехнічних термінів. Глава 161. Електромагнітна сумісність (ІЕС 60050-161:1990, IDT)

Код УКНД 33.100.20

Ключові слова: електромагнітна сумісність; випробне обладнання; електростатичний розряд; несприйнятливість до електромагнітних завад; вимоги; методика випробовування.
