

УДК 658.382.3:621.3:63

МОДЕЛІ ВИМІРУ ПАРАМЕТРІВ СТАТИЧНОЇ ЕЛЕКТРИКИ

Бабенко О.М., ст. викладач

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42-14-38

Анотація – в статті описується процес виникнення зарядів статичної електрики та методи і прилади для вимірювання параметрів, які характеризують електризацію діелектриків.

Ключові слова – статична електрика, заряди статичної електрики, діелектрик.

Постанова проблеми. Поява зарядів статичної електрики внаслідок складних процесів, які пов'язані із перерозподілом електронів або іонів під час зіткнення двох різнорідних речовин, сприяє підвищенню небезпеки у пожежо- та вибухонебезпечних приміщеннях. Статична електрика може порушувати технологічні процеси, створювати перешкоди в роботі електронних приладів, автоматики та телемеханіки. Небезпека статичної електрики полягає не лише в іскровому розряді, але і за сильного уколу або поштовху, що може бути першопричиною травми. Науковці вважають, що для запобігання шкідливого впливу статичної електрики необхідно контролювати її значення шляхом виміру відповідних параметрів [1, 4].

Аналіз останніх досліджень. В результаті огляду джерел інформації можна стверджувати: під час технологічних процесів у виробничих умовах спостерігається виникнення та накопичення зарядів статичної електрики. Це дозволяє виконувати вивчення причин та умов електризації, за допомогою механічних та електричних приладів проводити постійний контроль потенціалів U між зарядженим тілом і землею або заземленим предметом, поверхні площини електричних зарядів S і напругою електричного поля E [2].

Формулювання цілей статті. Необхідно виконувати вимір та контроль параметрів статичної електрики, що виникає у виробничих умовах та впроваджувати технології, які будуть попереджати виникнення зарядів статичної електрики.

Основна частина. Статична електрика виникає за рахунок тертя діелектриків один об другий, а також при переливанні або ударі рідкого

діелектрика до поверхні судин. Поява зарядів статичної електрики – це наслідок складних процесів, пов'язаних із перерозподілом електронів або іонів під час зіткнення двох різнорідних речовин. Відповідно до гіпотези про контактну електризацію речовин внаслідок неврівноваженості атомних і молекулярних сил на поверхні зіткнення утворюється подвійний електричний шар із протилежними знаками. Ці поверхні, заряджені статичною електрикою різних знаків, розглядаються як конденсатор. Зі зміною віддалі між пластинами конденсатора змінюється його ємність і напруга. Збільшення цієї віддалі, наприклад, до 1 см, зумовлює зростання потенціалу до декількох тисяч вольтів. Можливий іскровий розряд, що особливо небезпечно у вибухонебезпечних цехах.

Можливість електризації до високих потенціалів залежить від провідності речовини (тіл) і вмісту в них домішок. Вважається, що якщо питомий електричний опір тіл $\rho = 10^6$ Ом/см, то їх електризація через можливість іскрових розрядів особливо небезпечна.

Енергію іскри між зарядженим предметом і заземлювачем визначають за формулою:

$$W = \frac{C \cdot U^2}{2} = \frac{Q \cdot U}{2}, \text{ Дж}, \quad (1)$$

де C – ємність зарядженого статичною електрикою предмета відносно землі, Ф;

Q – величина заряду, Кл;

U – величина заряду між зарядженим предметом та землею, В.

Границі зон видів фізіологічної дії на людину умовні, оскільки це залежить від індивідуальних особливостей людини та специфіки виробництва. Це особливо небезпечно для деяких пожежо- та вибухонебезпечних середовищ (об'єктів), що визначається за кривою (рис. 1).

Статична електрика може накопичуватись і на людях, особливо якщо користуватись взуттям із непровідними для електричного струму підшвами, одягом і білизною із шерсті та шовку, а також при контакті з тілами-діелектриками.

Небезпека статичної електрики полягає не лише в іскровому розряді, але і за сильного уколу або поштовху, що може бути першо-причиною травми.

Статична електрика може порушувати технологічні процеси, створювати перешкоди в роботі електронних приладів, автоматики та телемеханіки.

У виробничих умовах заряди статичної електрики виникають та накопичуються за транспортування діелектричних рідин у незаземлених ємностях і по трубопроводах, ізольованих від землі, під час протікання рідин у незаземлених цистернах і бочках, а також руху пило-повітряної суміші у трубах і апаратах (від тертя в пасових переда-

чах та шліфувальної стрічки об шківі, просочка й оброблюваний матеріал); у процесі перемішування речовин у змішувачі.

Заходи захисту від статичної електрики такі: заземлення виробничого обладнання, резервуарів, трубопроводів тощо; нейтралізація статичної електрики; регулювання швидкості взаємного переміщення речовин та стану навколишнього повітря. Заземлення є найефективнішим методом боротьби із статичною електрикою, Але не можна нехтувати й іншими заходами. Влаштуваючи заземлення, особливо турбується про його надійність. Місця можливого порушення заземлювального ланцюга (розриви конструкцій, ущільнення фланців тощо) з'єднують металевими перемичками.

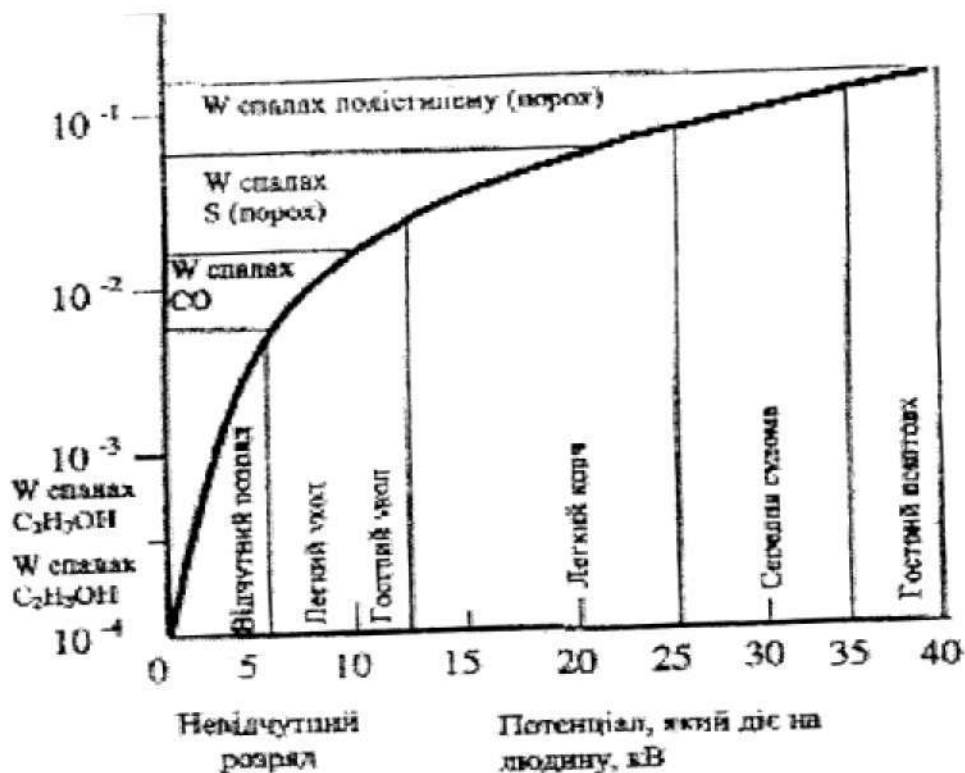


Рис.1. Залежність енергії електричного розряду від потенціалу зарядів статичної електрики.

Здебільшого рекомендується застосовувати антистатичні рукавички, які виготовляють із бавовняного пористого матеріалу, просоченого сумішшю гліцерину з водою і відтиснутого до сухого стану, та антистатичне взуття. Основними характеристиками наелектризованості тіла є кількість зарядів статичної електрики і характер їх розподілу на поверхні або в об'ємі діелектрика. Заміри параметрів статичної електрики проводять із метою вивчення причин і умов електризації та постійного контролю різниці потенціалів U між зарядженим тілом і землею або заземленим предметом, поверхні площини електричних зарядів S і напругою електричного поля E . Замір за допомогою електричної індукції базують-

ся на вимірюванні потенціалу, що накопичується на провідному тілі – зонді. Типова схема таких вимірів показана на рисунку 2.

Вимірювання густини заряду на діелектрику вимагає визначення ємності діелектрика відносно землі. Якщо напруженість поля площини наелектризованої поверхні при малих віддальх від датчика 2 до поверхні 1 (рис. 2), тоді поле над датчиком однорідне, можна судити про величину поверхневого заряду.

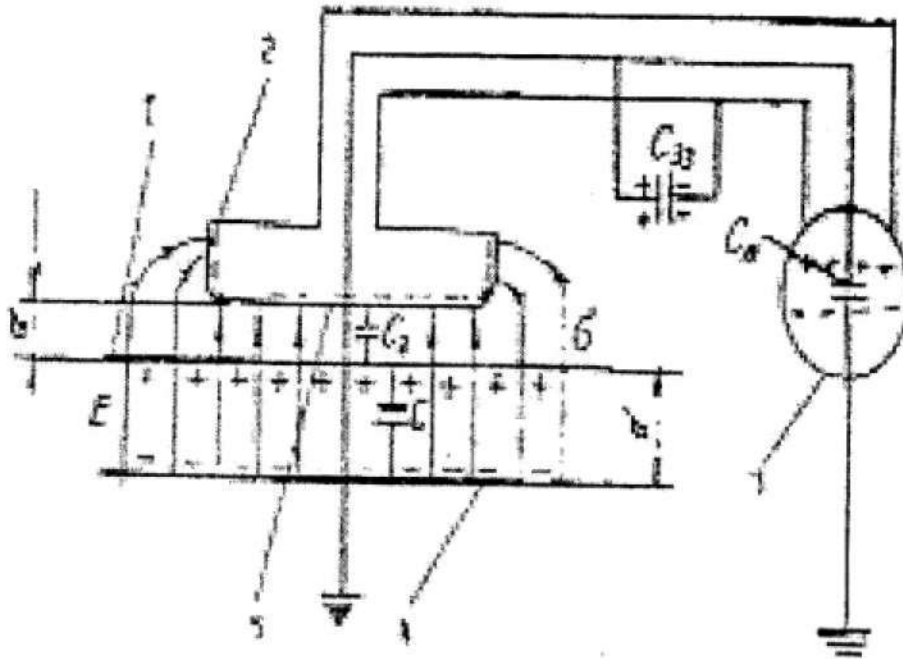


Рис.2. Схема виміру параметрів наелектризованого діелектрика за допомогою зонду: 1 - наелектризований діелектрик; 2 - електроди датчика; 3 - електрометр; 4 – заземлена поверхня; 5 – вимірювальний зонд.

За допомогою датчика можна визначити величину потенціалу поверхні за виразом:

$$\varphi = E \cdot d, \quad (2)$$

де E – вимірювана напруженість електричного поля;
 d – віддаль від датчика до наелектризованої поверхні.

Якщо віддаль від наелектризованої поверхні до землі, тоді поверхневий заряд визначається за виразом:

$$\sigma = \varepsilon_0 \cdot E. \quad (3)$$

Для вимірювання електричних потенціалів застосовують механічні й електричні прилади. У механічних електромірах вимірюється заряд, що подається на один із двох електродів, кулонівська взаємодія фіксується різними методами. В основу квадратних електромірів закладено принцип дії статичних вольтметрів.

Електричний заряд діє на рухомий секторний електрод, котрий під дією кулонівських сил зміщує індикатор вольтметра (рис. 3). При транспортуванні твердих речовин діелектричними стрічками від тертя об металеві шківви виникають заряди статичної електрики, що зумовлює протікання електричного струму. Величина цього струму визначається густиною заряду на стрічці, геометричними параметрами та швидкістю руху стрічки.

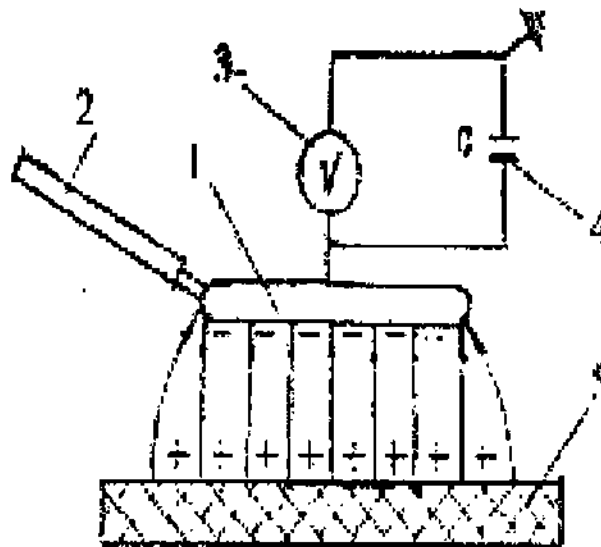


Рис.3. Схема виміру параметрів, які характеризують наелектризоване поле: 1 – зонд; 2 – ізоляційна ручка; 3 – статичний вольтметр; 4 – ємність; 5 – наелектризований діелектрик.

Згідно зі схемою (рис. 4, а), усереднена величина густина на стрічці дорівнює:

$$\sigma = \frac{I}{b \cdot V}, \text{ км/м}^2, \quad (4)$$

де I – струм у полі заземленого шківви, А;
 b – ширина стрічки, м;
 V – швидкість руху стрічки, м/с.

Аналогічним способом може бути визначена і густина заряду, який накопичує рідина. Рідина електризується найбільш сильно під час протікання через фільтр. Якщо ізольований від трубопроводу фільтр заземлити через вимірювач струму (рис 4, б), то середня об'ємна густина заряду, який одержує рідина в фільтрі, може бути розрахована за формулою:

$$\rho = I/P, \quad \text{Кл/м}^3, \quad (5)$$

де P – подача рідини через фільтр, м³/с.

У таблиці 1 наведені дані основних приладів для вимірювання параметрів статичної електрики [1, 3, 4].

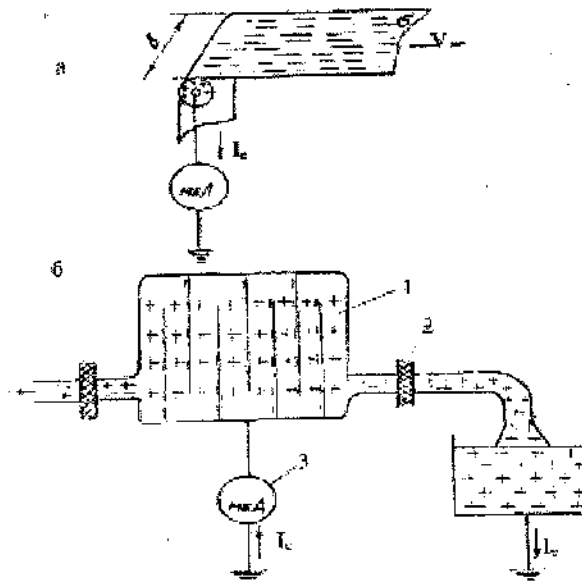


Рис. 4. Вимірювання густини заряду статичної електрики за струмом електризації: а – електризація рухомого полотна або стрічки; б – електризація рідини у фільтрі; 1 – фільтр; 2 – ізоляцію; 3 – вимірювач струму.

Таблиця 1 – Характеристика деяких приладів для вимірювання параметрів статичної електрики.

Назва приладів	Характеристика приладів і параметри вимірювання
Індикатор статичних зарядів ИСПИ – 4//–МИЗП – 2	Потенціал зарядженої поверхні до 50 кВ. Живлення батарейне. У вибухозахисному виконанні.
Статичний вольтметр із датчиком СМ – 2/С – 95	Напруга 0,03...3кВ. Живлення батарейне. У вибухозахисному виконанні.
Електромір електронний ПК – 2 – ЗА	Потенціал поверхні та тіла людини до 50 кВ, поверхневий заряд 0,2...20 мк Кл/м ²
Динамічний електромір з обертовим екраном ВИНЭП – 2	Електричне поле 3...2400 кВ/м. Живлення батарейне 1,5В. У вибухозахисному виконанні.
–//– СД – 2	Напруженість електричного поля $5 \cdot 10^3 \dots 5 \cdot 10^5$ В/м. Живлення 220В.
Електромір із динамічним конденсатором ЭД – 05М	Напруженість 0...60 В, струм $10^{-14} \dots 10^{-15}$ А. Живлення 220В.
–//– ИТ 6801	Напруженість $10^{-5} \dots 10^{-2}$ В, струм $10^{-7} \dots 10^{-5}$ А. Живлення 220В
Мікроамперметр М- 95	Струм $10^{-7} \dots 10^{-4}$ А. Живлення 6...127, 220В.
Дистанційний електромір із радіоактивним датчиком ДЭС	Напруженість електричного поля до $3 \dots 10^6$ В. Живлення 220 В. вибухозахисні

Принцип роботи електростатичних приладів базується на відхиленні рухомої системи безпосередньо під дією електричного по-

ля. Ці прилади характеризуються специфічними особливостями, оскільки електроміри дозволяють вимірювати невеликі величини без контакту із зарядженим тілом.

Висновки. Вивчення виникнення у виробничих умовах зарядів статичної електрики, яка виникає внаслідок тертя діелектриків один об другий, а також при переливанні або ударі рідкого діелектрика до поверхні судин, дозволяє виконувати вимір та контроль її параметрів та впроваджувати технології, які будуть запобігати створенню зарядів статичної електрики.

Література:

1. Носовський Т.А. Основи техніки безпеки/ Т. А. Носовський. – К., 1992. – 140 с.
2. Геврик Є.О. Техніка безпеки: Навч. Посібник для студентів вищ. навч. закладів/ Є.О. Геврик, Г. В. Сомар, Н.П. Пешко. – К.: зовнішня торгівля, Ельга, 2006. – 316 с.
3. Гогіташвілі Г.Г. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: Навч. Посіб./ Г.Г. Гогіташвілі, Є.Т. Карчевські, В.Н. Лапін. – К.: Знання, 2007.-367 с.
4. Коваль В.І. Управління охороною праці в промисловості: Навчальний посібник./ В.І. Коваль, В.А. Скороходов. – К.: ВД «Професіонал», 2005.- 448 с.

МОДЕЛИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Е. Н. Бабенко

Аннотация – в статье описывается процесс возникновения зарядов статического электричества и методы и приборы для измерения параметров, которые характеризуют электризацию диэлектриков.

MODELS OF MEASURING OF PARAMETERS OF STATIC ELECTRICITY

E. Babenko

Summary

In the article the process of origin of charges of static electricity and methods and devices is described for measuring of parameters which characterize electrization of dielectrics.