

Министерство образования и науки Украины
Харьковский национальный университет
радиоэлектроники

Костюк Олена Геннадіївна

Технології та автоматизації виробництва РЕЗ і ЕОА
(ТАВР)

1 Задачі і мета курсу

Радіоелектронні апарати

Харків

2009

Зміст

Теорія.....	3
1.1 Класифікація матеріалів.....	3
1.2 Вимоги до матеріалів електронної техніки.....	3
1.3 Властивості матеріалів.....	4
Словник термінів.....	8
Перелік посилань.....	9

Теорія

1.1 Класифікація матеріалів.

Електротехнічними матеріалами називають матеріали, що характеризуються певними властивостями стосовно електромагнітного поля й застосовуються в техніці з урахуванням цих властивостей.

Практично різні матеріали піддаються впливу як окремо електричних або магнітних полів, так й їх сукупністю.

По поведінці в магнітному полі матеріали підрозділяють на сильномагнітні (магнетики) і слабомагнітні. Перші знайшли особливо широке застосування в техніці з урахуванням їхніх магнітних властивостей. По поведінці в електричному полі матеріали підрозділяють на провідникові, напівпровідникові й діелектричні.

Більшість електротехнічних матеріалів можна віднести до слабомагнітних або практично немагнітних. Однак і серед магнетиків варто розрізняти провідні, напівпровідні й практично непровідні що визначає частотний діапазон застосування.

У різних випадках застосування діелектриків досить чітко визначилися потреби у використанні пасивних або активних властивостей цих матеріалів.

На основі пасивних властивостей діелектричні матеріали застосовують як електроізоляційні матеріали й діелектриків конденсаторів звичайних типів. **Електроізоляційними** матеріалами називають діелектрики, які не допускають витік електричних зарядів, тобто з їхньою допомогою відокремлюють електричні ланцюги один від одного або струмоведучі частини пристроїв, приладів, апаратів від провідних, але не струмоведучих частин (від корпусів, від землі). У цих випадках величина діелектричної проникності матеріалу не грає особливої ролі або вона повинна бути якомога меншою, щоб не вносити в схеми паразитних ємностей. У випадку ж використання матеріалу як діелектрика; конденсатора певної ємності й найменших розмірів за інших рівних умов бажано мати більшу величину діелектричної проникності матеріалу.

Активними (керованими) діелектриками є сегнетоелектрики, пьезоелектрики, піроелектрики, електролюмінофори матеріали для випромінювачів і затворів у лазерній техніці, електрети та ін.

1.2 Вимоги до матеріалів електронної техніки

Залежно від умов експлуатації до матеріалів, що використовуються в електронній апаратурі, висуваються дуже жорсткі й різнобічні вимоги.

Вимоги до матеріалів:

- ізоляційні матеріали повинні мати низькі діелектричні втрати, високу електричну міцність;
- магнітні серцевини повинні мати велику магнітну проникність і підвищений питомий електричний опір.
- матеріали, по можливості, повинні бути легкими, механічно міцними, не боятися тряски, вібрацій й ударних навантажень із більшими прискореннями.
- повинні забезпечувати надійну експлуатацію як при 150 - 200°C (а де й вище), так і при - (60-80)°C. Чергування багаторазових температурних циклів не повинне викликати їхнього псування.
- матеріали, що контактують із зовнішнім середовищем, повинні дозволяти використовувати апаратуру в країнах із тропічним кліматом - при вологості навколишнього середовища до 98% і температурі до 40°C, не боячись появи цвілі, поразки комахами й т.д.
- матеріали, що використовуються для апаратів масового споживання, повинні бути дешевими.
- технологія виготовлення з них виробів повинна бути простою, що допускає автоматизацію виробництва.

Інженери повинні знати не тільки властивості матеріалів, що йдуть на виготовлення апаратів і приладів, але також електричні й магнітні характеристики повітря при різних розрідженнях, прісної й морської води, льоду й землі й т.д.

Матеріали нерідко можуть опинитися під впливом електромагнітних хвиль різноманітних частот, багато з яких збігаються із частотами власних коливань часток речовини. Тому при конструюванні апаратів необхідно розраховувати системи із зосередженими й розподіленими параметрами.

Для розуміння електричних, магнітних і механічних властивостей матеріалів, а також причин старіння потрібні знання їх хімічного й фазового складу, атомної структури й структурних дефектів.

1.3 Властивості матеріалів

Властивості матеріалів можуть бути підрозділені на три найбільш загальні класи: **механічні**, **теплові** й **електричні**. Під механічними властивостями мають на увазі ті властивості, які виявляє матеріал при впливі механічних зусиль. Механічні властивості дозволяють найбільше наочно показати роль внутрішньої структури. Теплові властивості пов'язані із внутрішньою енергією, що визначає рух атомів й електронів, крім того, тепла енергія може впливати й на механічні властивості матеріалів. Електричні властивості обумовлені рухом електронів і зсувом зарядів.

Механічні властивості. Для опису механічної поведінки різних матеріалів необхідно знати такі властивості, як модуль пружності, міцність, пластичність, твердість і в'язкість. На рис. 1.1 показана залежність напруги від деформації, що на початковій ділянці лінійна й оборотна.

Коефіцієнт пропорційності, що зв'язує оборотну деформацію з напругою, називається модулем пружності й надалі буде використовуватися для оцінки деяких характеристик атомних зв'язків.

При досить високій напрузі у пластичних матеріалів спостерігається необоротний пластичний плин, або залишкова пластична деформація. На практиці така пластична деформація приводить до зменшення площі поперечного перерізу. Внаслідок цього криві деформація - напруга можуть бути побудовані як для початкового, так і для миттєвого, тобто дійсного, поперечного перерізу зразка (рис. 1.2, б). Криві першого виду відіграють важливу роль при виборі матеріалів, тоді як криві другого виду дозволяють обчислити дійсні напруги й деформації й мають важливе значення для інтерпретації явищ, що відбуваються в самому матеріалі.

Твердість, що представляє собою опір матеріалу пластичному вдавненню індентора, не можна розглядати як «просту» властивість, оскільки під час випробування створюється складна картина напруги. Однак вимір твердості є відносно простим і надійним і може слугувати показником міцності й структурної цілісності матеріалу. Тому значення твердості будуть широко використовуватися для якісного розгляду зв'язку між властивостями й структурою.

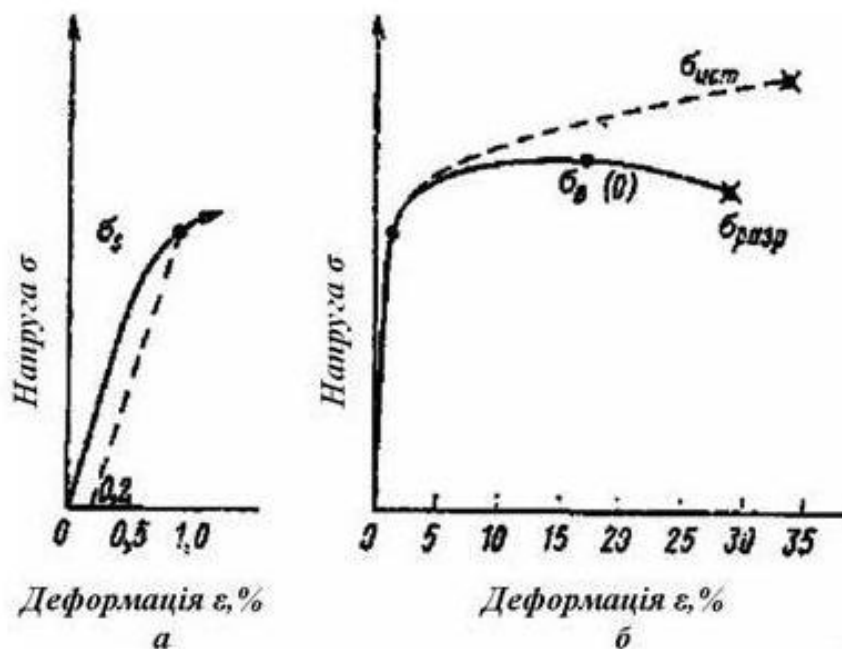


Рис. 1.1 - Криві залежності деформації від напруги:

а - збільшений масштаб початкової ділянки кривої, наведеної на рис. 1.1б.

Знаком X відзначений момент руйнування зразка. Пунктиром дана крива напруга - деформація, отримана для дійсних розмірів поперечного перерізу. Значення міцності, як правило, ґрунтується на вихідних розмірах, якщо не зазначено особливо.

В'язкість відіграє важливу роль при зламі й руйнуванні матеріалів. В'язкість характеризується величиною поглинутої енергії або роботою руйнування. Отже, в'язкість дорівнює інтегралу від добутку напруги на деформацію, віднесеному до одиниці об'єму, і повинна була б вимірюватися в

кілограм-метрах на 1 см^3 (кг-м/см^3). Однак руйнування являє собою складний процес, при якому деформація розподіляється нерівномірно, особливо в області тріщини. Тому в'язкість визначається як робота руйнування при випробуваннях стандартних зразків.

Теплові властивості. При подальшому викладі особливу увагу буде приділено трьом тепловим властивостям: 1) тепловому розширенню, 2) теплоємності, 3) теплопровідності. Ці властивості мають найбільше практичне значення й приводяться в довідниках.

Електричні властивості. Електричний опір R залежить від геометрії й складу матеріалу. Надалі основну увагу буде звернено на питомий опір ρ матеріалів. Опір і питомий електроопір пов'язані між собою:

$$\rho = \frac{R}{l} S \left[\frac{\text{ом} \cdot \text{см}^2}{\text{см}} = \text{ом} \cdot \text{см} \right], \quad (1.1)$$

де l і S - довжина зразка і площа поперечного перерізу, відповідно.

Електропровідність являє собою величину, зворотною питомому електроопору. Іноді зручно виражати електропровідність як кількість електрики Q , що пройшла за $t=1$ сек. через одиничний переріз S провідника довжиною l на градієнт напруги U :

тому що

$$\rho = R \frac{S}{l}; R = \frac{U}{I}; I = \frac{Q}{t}, \quad (1.2)$$

то

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{R} \cdot \frac{l}{S} = \frac{Q/(t \cdot S)}{U/l};$$

$$\left[\frac{k/(\text{сек} \cdot \text{см}^2)}{\text{в/см}} = \frac{k \cdot \text{см}}{\text{сек} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{в}} = \frac{a \cdot \text{сек}}{\text{сек} \cdot \text{в} \cdot \text{см}} = \frac{a}{\text{в}} \cdot \frac{1}{\text{см}} = \frac{1}{\text{ом} \cdot \text{см}} \right].$$

Тут враховано, що $1 \text{ Кл} = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ сек.}$ й $1 \text{ В} : 1 \text{ А} = 1 \text{ Ом.}$

Поляризація, уявлення про яку відіграє важливу роль у розумінні структури й властивостей матеріалів, звичайно визначається як електричний дипольний момент, віднесений до одиниці об'єму. Дипольний момент виникає в матеріалі в тому випадку, коли не збігаються центри позитивного й негативного зарядів. Розглянемо диполь довжиною 1 м із зарядом на кінцях $+Q$ й $-Q$, рівним 1 Кл . В електричному полі, орієнтованому під прямим кутом до диполя, виникає дипольний момент, рівний 100 Кл-см .

Атоми, іони й молекули, групуючись, можуть утворювати в матеріалі різні дипольні моменти. Хоча кожен такий диполь надзвичайно малий, число атомних диполів на одиницю об'єму велике, що викликає істотну поляризацію матеріалу.

Третьою важливою електричною характеристикою є **діелектрична проникність**. Діелектрична проникність являє собою коефіцієнт пропорційності між електричною індукцією D (Кл/см²) і напруженістю поля, або градієнтом напруги (E , В/см). Цей коефіцієнт пропорційності представляють як добуток діелектричної проникності вакууму і відносної діелектричної проникності.

Словник термінів

Діелектричні

Матеріали, основною електричною властивістю яких є здатність до поляризації в яких можливе існування електростатичного поля. Реальний (технічний) діелектрик тим більше наближається до ідеального, чим менше його питома провідність і чим слабкіше в нього виражені вповільнені механізми поляризації, пов'язані з розсіюванням електричної енергії й виділенням тепла.

Напівпровідникові

Матеріали, які по своїй питомій провідності є проміжними між провідниковими й діелектричними матеріалами й відмінною властивістю яких є дуже сильна залежність питомої провідності від концентрації й виду домішок або різних дефектів, а також у більшості випадків від зовнішніх енергетичних впливів (температури, освітленості й т.п.).

Провідникові

Матеріали, основною електричною властивістю яких є сильно виражена електропровідність у порівнянні з іншими електротехнічними матеріалами. Їхнє застосування в техніці зумовлено в основному цією властивістю, що визначає високу питому електричну провідність при нормальній температурі.

Перелік посилань

Перелік джерел

Материаловедение. Учебник для вузов / Б. Н. Арзамасов, В. И. Макарова, Г. Г. Мухин и др. / Под общ. ред. Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина . МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2004. -648 с.

Коваленко О.А. Новые материалы. Алчевск. ДГМИ. 2004. -234 с.

Материалы электронной техники. Пасынков В.В., Сорокин В.С. / . Высшая школа. 1986. -377 с.