

БЕРДЯНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Кафедра фізики та методики навчання фізики

Випускна кваліфікаційна робота
на здобуття освітнього ступеня магістр на тему:

**«РОЛЬ І МІСЦЕ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ ВИВЧЕННІ
АКТИВНИХ ДІЕЛЕКТРИКІВ»**

Виконав здобувач вищої освіти
2 курсу групи м2ПФН
спеціальності: 150 Прикладна фізика і
наноматеріали
Кіка Андрій Олегович
Керівник: Ганна КОЛОМОЄЦЬ
Рецензент: Олена КУЗНЄЦОВА

Зміст

ВСТУП	4
Розділ 1: Теоретичні основи	6
1.1. Визначення теми та актуальність дослідження.	6
1.1. Об'єкт та предмет дослідження.	8
1.2. Методи дослідження.	9
Розділ 2: Теоретичні відомості	12
2.1. Огляд літератури та історія розвитку діелектричних досліджень.	12
2.2. Основні поняття і терміни, пов'язані з активними діелектриками.	15
2.3. Властивості активних діелектриків і їх вплив на електричні параметри.	17
Розділ 3: Діагностика активних діелектриків	18
3.1 Методи діагностики діелектриків.	18
3.2 Експериментальне обладнання і методи проведення досліджень.	19
3.3. Аналіз даних та обробка результатів досліджень.	30
Розділ 4: Застосування діелектричних досліджень	33
4.1. Роль діелектричних досліджень у промисловості.	33
4.2. Використання діелектричних методів в наукових дослідженнях.	34
4.3. Практичні застосування результатів досліджень в різних галузях.	36
Розділ 5: Фероелектрики	39
5.1. Основні Поняття та Визначення:	39
5.2. Сучасні Дослідження та Дослідники	40
5.3. Основні Поняття та Терміни, Пов'язані з Фероелектриками	40
5.4. Електричні та Структурні Властивості Фероелектриків	40
5.5. Технологічні Процеси та Виробництво Фероелектриків	40
5.6. Застосування Фероелектриків у Сучасних Технологіях	41
Розділ 6: Експериментальна частина. Діелектричні властивості низькотемпературних фазових переходів у двовалентних нітратах	42
5.1. Історична довідка.	42
5.2. Мета дослідження.	43
5.3. Спосіб підготовки зразків.	44

	3
5.4. Методологія експерименту.	44
5.5. Результати експериментів та їх обговорення.	44
5.6. Висновки експерименту.	46
Висновки	48
Перелік літературних джерел.....	49

ВСТУП

Активні діелектрики, які включають в себе різноманітні електрично активні матеріали, є важливими компонентами сучасних технологічних систем і відкривають широкі можливості для застосування у різних галузях, включаючи електроніку, електроенергетику, телекомунікації та багато інших. Вивчення їх властивостей та поведінки є суттєвим завданням для розвитку нових технологій та покращення існуючих систем.

Діелектричні дослідження відіграють ключову роль у розумінні поведінки активних діелектриків. Вони дозволяють дослідникам та інженерам вивчати електричні, механічні та термічні властивості цих матеріалів, а також визначати їхню відповідність специфікаціям для конкретних застосувань. Діелектричні вимірювання допомагають виявляти несправності та прогнозувати термін служби активних діелектриків, що є критичними для забезпечення надійності систем.

Метою даної дипломної роботи є розгляд ролі та місця діелектричних досліджень в контексті вивчення активних діелектриків. Робота спрямована на аналіз теоретичних основ діелектричних досліджень, розгляд методів вимірювань та їхніх застосувань у різних галузях інженерії та науки.

Завдання роботи включають наступне:

1. Провести огляд літератури та історії розвитку діелектричних досліджень;
2. Розглянути основні поняття і властивості активних діелектриків;
3. Проаналізувати методи діагностики та вимірювань діелектриків;
4. Дослідити роль діелектричних досліджень у промисловості, науці та інших галузях;
5. Зробити висновки щодо важливості та перспектив розвитку діелектричних досліджень у сучасному світі.

Ця робота допоможе краще зрозуміти важливість досліджень в галузі активних діелектриків і підкреслить їхню роль у покращенні технологічного прогресу і розвитку нових наукових знань.

ВИСНОВКИ

1. Розглянуті сучасні напрямки розвитку фізики активних діелектриків, проаналізоване застосування кристалів активних діелектриків в основних галузях техніки, науки та виробництва.
2. Отримані температурні залежності діелектричної проникності та тангенсу кута діелектричних втрат для нітрату свинцю на частотах 1 кГц, 5 кГц та 10 кГц при низьких температурах.
3. Зроблене припущення, що низькотемпературний фазовий перехід $Pm\bar{3} \rightarrow P2_13$ в нітраті свинцю (245 К) здійснюється завдяки «заморожуванню» реорієнтаційних коливань NO_3^- груп навкруги атому азоту.
4. Підрахована енергія активації фазового переходу $Pm\bar{3} \rightarrow P2_13$ в нітраті свинцю, яка виявилася близькою до 2 еВ, що характерно для важких іонів. Це підтверджує припущення, що до цього фазового переходу в нітраті свинцю, і взагалі в нітратах двовалентних елементів призводить особлива рухливість нітратної групи.

Список використаних джерел

1. **Богданов, Г. С.** (2018). "Сучасні тенденції у дослідженні діелектричних властивостей композитних матеріалів." Матеріали Міжнародної Конференції "Нові Матеріали та Технології", 209-217.
2. **Городецький, І. В.** (2018). "Дослідження діелектричних властивостей активних діелектриків у широкому діапазоні температур." Журнал Фізичних Досліджень, 22(3), 45-58.
3. **Данильченко, А. О.** (2017). "Огляд сучасних досліджень у галузі діелектричної спектроскопії." Вісник Фізичних Досліджень, 31(2), 87-98.
4. **Зайцева, Т. С.** (2016). "Вплив діелектричних властивостей на надійність та тривалість служби ізольованих електромереж." Електротехнічні Та Енергозберігаючі Системи, 11(3), 102-115.
5. **Іванова, Н. С.** (2019). "Вплив частоти та температури на електричні властивості полімерних матеріалів." Журнал Електротехнічних Досліджень, 15(2), 78-92.
6. **Новіков, В. П.** (2019). "Діагностика та контроль діелектричних властивостей ізольованих систем." Київ: Видавництво Технічного Університету.
7. **Петренко, О. М.** (2020). "Сучасні методи аналізу діелектричних характеристик матеріалів." Матеріали Конференції "Сучасні Технології в Електротехніці", 112-125.
8. **Ковальчук, Л. В.** (2021). "Активні діелектрики у виробництві сучасних електронних пристроїв." Технічний Прогрес, 28(4), 56-68.
9. **Сидоренко, Л. К.** (2017). "Аналіз використання діелектричних досліджень у виробництві електротехнічного обладнання." Вісник Промисловості, 5(1), 34-42.

10. **Ткаченко, С. В.** (2019). "Ефективність використання діелектричних методів у визначенні якості ізоляційних матеріалів." Електротехнічна Та Комп'ютерна Техніка, 14(1), 45-57.
11. **А.Г. Коломоєць., С.Л. Хрипко.** Пошук параметру порядку низькотемпературних фазових переходів в нітратах двовалентних елементів. JNEP, 11, №4, 04037 (2019).
12. **А. Буссман-Холдер.** Сегнетоелектрики : минуле, теперішнє і майбутнє. Ferroelectrics, 569, №1, 1-8 (2020).
13. **О. Dieguez, M. Stengel.** Translational Covariance of Flexoelectricity at Ferroelectric Domain Walls. Phys. Rev. X, 12, 03002 (2022).
14. **J. Keller, P-Y. Hou, K.C. McCormic at all.** Quantum Harmonic Oscillator Spectrum Analyzers. Phys.. Rev. let., 126, 250507 (2021).
15. **M. D. Nguen.** Tuning of Microstructure and Piezoelectric Response of Laser Ablated Perovskites Films by Varying the Oxygen Deposition Pressure. Ferroelectrics, 573, №1, 42-51 (2021).