

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

АТ «УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ»

ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФІЗИКА

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

81 Всеукраїнської науково-технічної конференції

молодих учених, магістрантів та студентів

«НАУКА І СТАЛИЙ РОЗВИТОК

ТРАНСПОРТУ»

28 жовтня 2021 року

PHYSICS

CONFERENCE PROCEEDINGS

81th all Ukrainian Scientific and Technical Conference

of young scientists, masters and students

“SCIENCE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

OF TRANSPORT”

October 28, 2021

Фізика [електронний ресурс]: збірник тез доповідей секції 81 Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених, магістрантів та студентів «Наука і сталий розвиток транспорту» 28 жовтня 2021 р. – Дніпро: Дніпровський нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2021. – 10 с. – URL: http://ndch.diit.edu.ua/upload/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8/2021/81_All-UA_ST_Conference_of_YSMS_SSD_of_Transport/Physics_2021.pdf

У збірнику тез доповідей подано результати досліджень здобувачів вищої освіти і молодих учених, які присвячено проблемам фізики конденсованого стану. Тези доповідей подано в рамках 81 Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених, магістрантів та студентів «Наука і сталий розвиток транспорту», яку проведено 28 жовтня 2021 року у Дніпровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Збірник тез доповідей призначено для здобувачів вищої освіти і молодих учених.

Текст тез доповідей учасників конференції подано в авторській редакції.

Офіційна наукова конференція здобувачів вищої освіти та молодих учених:

– Лист Державної наукової установи «Інститут модернізації змісту освіти» від 19.01.2021 р. № 22.1/10-83 «Про Перелік міжнародних, всеукраїнських науково-практичних конференцій здобувачів вищої освіти і молодих учених».

ЗМІСТ

Магнітооптичні та електрооптичні вимірювачі сили струму та напруги.....	4
Визначення періоду нелінійних коливань маятника.....	5
П'єзоефект, та його призначення.....	6
Перспективи 3D-друку.....	7
Визначення межі міцності електроосаджених металевих плівок.....	8

МАГНІТООПТИЧНІ ТА ЕЛЕКТРООПТИЧНІ ВИМІРЮВАЧІ СИЛИ СТРУМУ ТА НАПРУГИ.

Автори: Краєв М. М., студент групи ЕТ2011

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри Фізика Волнянській Д. М.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Використання оптичних вимірювачів сили струму побудованих на ефекті Фарадея і датчиків напруги на ефекті Поккельса пов'язане з наступними перевагами: широкий динамічний діапазон вимірювання (сила струму до сотень кА, напруги до сотень кВ); широкий частотний діапазон; відсутність впливу навантаження у вторинному колі; висока стійкість до зовнішніх електромагнітних перешкод; мала маса та габарити; можливість розташування блока електроніки на відстані до 1 км від первинного оптичного вимірювача; первинний оптичний перетворювач є діелектриком що забезпечує гальванічну розв'язку вимірювального та високовольтного кола.

Робота оптичного датчика струму заснована на ефекті Фарадея, і полягає в зміні поляризації світлового потоку під впливом магнітного поля. Спрощена структура електронно-оптичної схеми датчика струму містить джерело оптичного сигналу. Цей сигнал за допомогою розгалужувача перетворюється в два право- та лівополяризованих сигнали з протилежними напрямками обертання площини поляризації світла, які надходять в оптичну петлю, виконану з оптоволокна з чилом витків N . Магнітне поле, створюване електричним струмом силою I , що протікає по дроту, відповідно до ефектом Фарадея уповільнює один сигнал і прискорює інший. Обидва сигнали доходять до наступного колового поляризатора, який перетворює їх в лінійно поляризовані світлові потоки з площини поляризації яких зсунуті одна відносно одної на кут:

$$\Delta\varphi = 4V \times N \times I$$

де V – стала Верде, це фізична величина, яка характеризує магнітне обертання площини поляризації в речовині. Її значення залежить від властивостей речовини, довжини хвилі і монохроматичності випромінювання. Світлові потоки перетворюються фотоприймачем в дві напруги змінного струму з частотою $\omega = 2\pi C/\lambda$ (C - швидкість світла в оптоволоконі, λ - довжина хвилі оптичного випромінювання). Отримані електричні сигнали надходять на аналогоцифровий перетворювач електронного блоку, який перетворює кут $\Delta\varphi$ в цифрове значення вимірюваної сили струму.

Робота оптичного датчика напруги заснована на ефекті Поккельса, полягає у виникненні подвійного променезаломлення в оптичному середовищі при накладенні постійного або змінного електричного поля. Це явище спостерігається у кристалічних пьезоелектриках:

$$\Delta\varphi = \pi \times L \times K \times E / \lambda,$$

де E - напруженість електричного поля;

L - товщина пластини; λ - довжина хвилі;

K - електро-оптичний коефіцієнт.

Ефект знаходиться в прямо пропорційній залежності від величини прикладеного електричного поля. Напруга розраховується на підставі вимірювання датчиками напруженості електричного поля в декількох точках колони.

Мала вага і габарити цих датчиків дозволяють розмістити вимірювальний комплекс на їх основі на опорі лінії електропередачі або підвісити безпосередньо до проводу. У ряді випадків ці датчики вигідно використовувати і в мережах низької напруги, отримуючи вигреш по надійності і масо-габаритним показникам.

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДУ НЕЛІНІЙНИХ КОЛИВАНЬ МАЯТНИКА

Автори: Бичишина Д. О., студент групи УЛ1911.

Науковий керівник: к.т.н., доцент, доцент кафедри Фізика Гришечкін С. А.
Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна.

Задача визначення періоду коливань маятника розв'язана Х. Гюгенсом ще у XVII столітті для малих коливань. Диференціальне рівняння коливань маятника, в цьому випадку, має лінійний вигляд і допускає точний розв'язок в елементарних функціях. Але, за великих кутів відхилення (до 90° включно), коливання маятника мають суттєво нелінійний характер. Аналітичний розв'язок питання нелінійних коливань маятника був отриманий у XVIII столітті за допомогою еліптичних інтегралів. Оскільки, еліптичні інтеграли не дозволяють отримати рішення в елементарних функціях, то період нелінійних коливань маятника визначається наближено методом ітерацій.

В доповіді пропонується інший спосіб визначення періоду нелінійних коливань маятника, який не оснований на еліптичних інтегралах, тим більше, що вони не розглядаються на молодших курсах університету. Для визначення лише періоду коливань достатньо виміряти час прольоту маятника від положення максимального кута відхилення (φ_0) до положення рівноваги (0°), що є четвертою частиною періоду. Для цього немає потреби знати миттєву кутову швидкість в кожній точці траєкторії, достатньо визначити середню швидкість за чверть періоду. Початкова кутова швидкість на цьому інтервалі дорівнює 0 (за кута φ_0), кінцева – ω_{\max} (за кута 0°). Максимальну кутову швидкість не складно розрахувати, виходячи із закону збереження енергії. Але, оскільки, кутова швидкість змінюється з часом за нелінійним законом, середня швидкість не буде дорівнювати середньому арифметичному мінімального та максимального значень. Її слід знаходити за теоремою про середнє значення функції, а для цього треба знати вигляд функції та інтегрувати її на необхідному інтервалі.

Проведені експериментальні дослідження показали, що навіть за великих амплітуд кутове відхилення маятника в межах чверті періоду змінюється за законом косинуса. Це дозволило встановити зв'язок між середнім ($\omega_{\text{ср}}$) та максимальним значеннями кутової швидкості:

$$\omega_{\text{ср}} = \frac{2}{\pi} \omega_{\text{max}}.$$

Тоді період коливань може бути визначений як відношення амплітудного кута відхилення помноженого на чотири до середнього значення кутової швидкості. Якщо виокремити в отриманому виразі період коливань ідеального маятника за малої амплітуди (T_0), то формула для визначення періоду коливань маятника і за великих амплітуд в тому числі набуває вигляду:

$$T = T_0 \frac{\varphi_0}{\sqrt{2(1 - \cos\varphi_0)}}.$$

Експериментальні дослідження з математичними маятниками різної довжини підвісу (0,71 м, 0,99 м, 1,37 м) показали гарний збіг між виміряними та розрахованими періодами коливань. Так, для кута 88° різниця між експериментом та теорією для всіх трьох маятників склала 0,07 с або 3 %. І це за умови, що ціна поділки таймеру, який використаний в експерименті дорівнює лише 1/30 с. Щоб зменшити розбіжність між експериментом і теорією, слід використовувати, на нашу думку, швидкісну відеокамеру. Оскільки, традиційний спосіб підвищення точності визначення періоду, за великих кутів неможливий, адже, з кожним коливанням кут суттєво зменшується, десь на $1,5 \dots 2^\circ$ в діапазоні $80 \dots 90^\circ$.

П'ЄЗОЕФЕКТ, ТА ЙОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Автори: Костенко К. Л., студент групи СК2011.

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри Фізика Гулівець О. М.*
Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

П'єзоефект - це ефект виникнення електричних зарядів на гранях деяких кристалів при їхній деформації. Розрізняють прямий та зворотні п'єзоелектричний ефекти, які спостерігаються в одних і тих же кристалах - п'єзоелектрик. П'єзоефект спостерігається в деяких кристалах, без центра симетрії, до таких належать кристали кварцу, сегнетової солі, метатитанату барію.

П'єзоелектричний ефект вперше був відкритий Жаком та П'єром Кюрі в 1880 році. На кристалі кварцу вони замітили, що під час деформації на його гранях виникає електричний струм. В 1881 році Липпман відкрив, що під дією електричного поля виникає деформація кристалів. Саме цими вченими і було передбачено і виведено прямий та зворотні п'єзоелектричні ефекти.

П'єзоефект і зараз використовують у деяких приладах, виробництві тощо. Перше технічне застосування п'єзоефекту було здійснено П. Ланжевроном у 1920 р. - він створив ультразвуковий перетворювач для передавання і приймання інформації у воді, який став праобразом сучасних ультразвукових випромінювачів, що використовуються для навігації у підводних човнах, а також для виявлення косяків риб і в інших цілях.

Деякі вироби, такі як годинники, фотоапарати, мобільні телефони, телевізори стали звичними у повсякденному побуті. Кожен з електронних пристроїв неможливий без використання п'єзоелементів - це випромінювачі та антени в гідроакустиці, стабілізатори частоти у комп'ютерах, радіотехнічних пристроях та еталонах часу, електричні фільтри та лінії затримки в радіо і телефонному зв'язку, датчики для вимірювання прискорень, рівня вібрації, акустичної емісії для неруйнівного контролю, п'єзотрансформатори і п'єзодвигуни, медична ультразвукова томографія.

Функціональні призначення п'єзоелементів, розміщених у годинниках, п'єзозапальничках, телевізорах і мобільних телефонах, різноманітні, проте в основу таких пристроїв покладено одне й те саме фізичне явище – п'єзоелектрика, тобто здатність деяких кристалів, кераміки та текстур зі зміною розмірів або форми продукувати електрику, і навпаки, змінювати розміри або форму під дією електричної напруги. медичні інструменти різного призначення тощо.

П'єзоелектрики використовують у сучасній енергетиці, як п'єзодвигуни високої потужності. Для економії енергії на реактивних літаках встановлюються п'єзоперетворювачі, в яких в електроенергію безпосередньо перетворюються коливання і вібрації фюзеляжу і крил. Розроблено світлофори, батареї яких заряджаються від шуму автомобілів на перехресті. Експериментально працює п'єзоелектрична система на перонах залізничних станцій для перетворення енергії коливань, створюваних пасажирами.

Широко використовують п'єзоефект у сучасній мікроелектроніці у мініатюрних п'єзовипромінювачах, що ефективні на високих частотах та мають невеликі габарити. Для подавання чорнила в широкоформатних принтерах, що друкують на сольвентному чорнилі й чорнилі з ультрафіолетовим затвердінням також присутній п'єзоефект.

П'єзоелектроніка - це новий науковий напрям, який у сучасності направлений на перетворення енергії руху в електричний струм. Тобто, перетворити енергію руху людини в енергію живлення різних електронних приладів. Серед сучасних застосувань п'єзоелектронних приладів виокремимо особливо актуальні: тонкі п'єзоелектричні плівки, інтегровані з напівпровідниками; мікросистеми, що поєднують сенсори та процесори.

ПЕРСПЕКТИВИ 3D-ДРУКУ

Автори: Радченко М. Д., студент групи АТ2011

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри Фізика Гулівець О. М.

*Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

3D-друк – форма технологій адаптивного виробництва, де тривимірний об'єкт створюють накладанням слоїв матеріалу за даними цифрової моделі. Зараз перспективи 3D-друку дуже багатообіцяючі. Вчені активно розвивають існуючі методи 3D-друку, а також розробляють новітні технології і типи матеріалів, знаходять сфери застосування у яких раніше не було навіть думки про такі технології. Багато хто називає 3D-друк технологією майбутнього, і це дійсно так. Методика здатна повністю перевернути життя, змінивши спосіб виробництва багатьох речей. Насправді, 3D принтер - це справжня фабрика майбутнього, компактна та багатофункціональна. За рахунок цього перспективу 3D-друку з упевненістю можна назвати багатообіцяючою.

3D-принтери здатні знизити витрати на виробництво, за рахунок цього знизиться і собівартість виробів. В цілому, перспективи 3D друку визначені для багатьох сфер. 3D-друк можна уявити в таких сферах як будівництво, фармацевтика, харчова промисловість, електроніка, транспортна промисловість та багато інших.

Ви тільки уявіть наскільки ця технологія може спростити будівництво. Великий принтер буде друкувати будинок по контуру або уявіть, що мости теж будуть друкувати, наскільки це спростить будівництво таких складних споруд, це просто неймовірно.

Суть 3D перспективної технології в фармацевтиці полягає в поступовому вивільненні активних речовин, завдяки чому замість безлічі різних таблеток можна буде випити тільки одну.

Одна з найбільш сирих технологій друку це харчова промисловість, але потенціал закладений і в ній. Харчові 3D-принтери цікаві можливістю приготування їжі для космонавтів, а також свободою прояви кулінарного таланту. Підтвердженням цьому є приголомшливі десерти надруковані за допомогою цієї методики.

Що до електроніки то цьому пункту слід приділити особливу увагу. Вчені вважають 3D-друк електроніки майбутнім для виготовлення цифрових приладів, і це має сенс. В наш час активно проводяться дослідження властивостей графену і його застосування в адитивному виробництві. Величезний прорив в цій області - створення на 3D-принтері графенового акумулятора з необмеженим терміном експлуатації.

Що до транспортної промисловості то майбутнє 3D друку ґрунтується на здатності відтворювати будь-які елементи будь-якої складності. У зв'язку з цим, вже зараз друк широко застосовується при розробці літаків, машин і супутників. На МКС навіть є власний принтер, не кажучи вже про низку вдалих результатів друку автомобілів.

За 3D технологією майбутнє, вона здатна повністю змінити наше життя, змінивши не тільки виробництво багатьох речей, але і уклад життя людини. 3D принтер - це не тільки справжня фабрика майбутнього, а верогідно еволюційний крок людства до нового укладу існування. За рахунок цього перспективи 3D-друку з великою упевненістю можна назвати революційно багатообіцяючою.

ВИЗНАЧЕННЯ МЕЖІ МІЦНОСТІ ЕЛЕКТРООСАДЖЕНИХ МЕТАЛЕВИХ ПЛІВОК

Автори: Москвітіна А. Р., студент групи УЗ2111

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри Фізика Титаренко В. В.

Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Однією з важливих задач сучасної металургії є отримання високоміцних станів речовини і створення матеріалів з необхідним комплексом фізико-хімічних властивостей. Одним з основних напрямків у вирішенні даної задачі є формування металевих покриттів з мікросхаруватою структурою. Композиційні електролітичні покриття, що містять дисперсні неметалеві частинки, завдяки шаруватій структурі росту у поперечному перерізі, мають підвищені експлуатаційні характеристиками, наприклад, твердість, зносостійкість, корозійну стійкість. Функціональні властивості поверхонь саме і визначають експлуатаційну надійність деталей і конструкцій. Унікальні властивості поверхні забезпечуються матеріалом покриття або нового структурного стану приповерхневих шарів матеріалу деталі. Використання вуглецевих наноматеріалів в якості зміцнюючих добавок дозволяє отримувати композиційні покриття, які мають ряд експлуатаційних переваг, наприклад, таких як, покращена зносостійкість, підвищена твердість та корозійна стійкість.

На даний час проводиться безліч досліджень вуглецевих нано-функціональних матеріалів. Серед технологій осадження речовини на підкладку з розчинів особливо ефективно електролітичне осадження, що забезпечує широкі можливості управління формуванням структури і властивостей покриттів.

Дана робота присвячена визначенню міцності на розрив електролітичних металевих плівок при статичному навантаженні зразка. Мета роботи: визначення межі міцності зразка при розтягуванні до моменту його розриву. В роботі використовувались зразки (електролітичні плівки чистого нікелю та композиційні електролітичні нікелеві плівки, що містять нановуглецевий матеріал) з розмірами: товщина 18-20 мкм; ширина 5 мм; довжина 3 см. Мінімальну площу поперечного перерізу (S_{\min}) зразка при центральному розтягуванні визначали за відношенням максимальної поздовжньої сили (F_{\max}) (максимального навантаження), яку здатний витримати зразок, до допустимого напруження (σ) (межі міцності) $S_{\min} \geq F_{\max} / \sigma$.

Випробування на розтягування проводили на установці, на якій захват зразка (металевої плівки) здійснювався за допомогою струбцин. Для створення зусилля, розтягування проводилось обертанням гвинта, зв'язаного з нижнім захватом. Це зусилля через зразок, верхній захват передавалось пружині динамометру з максимальним зусиллям навантаження 0,1 кН.

Міцність зразків при центральному розтягуванні оцінювали за співвідношенням поздовжньої сили до площі поперечного перерізу зразка $\sigma_{\max} = F_{\max} / S$.

Вимірюване значення межі міцності для композиційних електролітичних плівок нікелю, в залежності від умов отримання, складає 580-740 МПа при товщині мікросхарів ~1 мкм і загальній товщині покриття 18-20 мкм, що на 20-38% перевищує міцність електролітичних нікелевих покриттів.

Отже, електролітичні композиційні покриття, що містять нановуглецевий матеріал, рекомендується використовувати у якості зміцнюючого покриття для деталей машин і апаратів з метою збільшення терміну їх служби.

Для нотаток

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Електронне видання

ФІЗИКА

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

81 Всеукраїнської науково-технічної конференції

молодих учених, магістрантів та студентів

«НАУКА І СТАЛИЙ РОЗВИТОК

ТРАНСПОРТУ»

28 жовтня 2021 року

PHYSICS

CONFERENCE PROCEEDINGS

81th all Ukrainian Scientific and Technical Conference

of young scientists, masters and students

“SCIENCE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

OF TRANSPORT”

October 28, 2021

Українською та англійською мовами

Текст тез доповідей учасників конференції подано в авторській редакції.

Точка зору редакції та організаторів конференції може не співпадати з точкою зору авторів тез доповідей.

Редакція та організатори конференції не несуть відповідальності за достовірність інформації, наданої авторами у тезах доповідей.

Організаційний комітет конференції:

Дніпровський національний університет залізничного транспорту

імені академіка В. Лазаряна

49010, Україна, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2