

MODERN SCIENCE: INNOVATIONS AND PERSPECTIVES



**INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC
AND PRACTICAL INTERNET CONFERENCE FOR YOUNG
RESEARCHERS, APPLICANTS FOR HIGHER EDUCATION
AND SCIENTISTS 6-7 APRIL 2023**

KYIV 2023

**Proceedings of International multidisciplinary scientific and practical Internet conference for young researchers, applicants for higher education and scientists «MODERN SCIENCE: INNOVATIONS AND PERSPECTIVES»
6-7 April 2023 Kyiv city, UKRAINE**

The conference is included in the plan of the Ministry of education and science of Ukraine for 2023 and is registered with the State Scientific Institution «Ukrainian Institute of Scientific and Technical Information (№ 16, January 16, 2023)»

ORGANIZERS

1. Ministry of Education and Science of Ukraine;
2. Kyiv Institute of Railway Transport of the State University of Infrastructure and Technologies, Ukraine;
3. Ukrainian State University of Railway Transport, Ukraine;
4. Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Ukraine;
5. Academy of Applied Sciences, Ukraine;
6. University of Žilina, Slovak Republic;
7. University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Faculty of Technical Sciences, Poland;
8. Brno University of Technology, Institute of Automotive Engineering, Czech Republic;
9. Tafila Technical University, Jordan.

The collection of conference materials is a scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, candidates and Doctors of Science, scientists and practitioners from Ukraine, Europe and other countries. Articles contain researches of modern innovative processes in science. The collection is intended for approbation of scientific research by bachelors, masters, graduate students, doctoral students, teachers and scientific researchers, as well as to expand the scientific horizons of researchers from relevant fields of knowledge and inform a wide range of scientists and practitioners about the existing modern problems in various fields.

The materials are presented in the author's edition

**The conference was held by the Kyiv Institute of Railway Transport
of the State University of Infrastructure and Technology (Ukraine)**

М А Т Е Р І А Л И

Міжнародної мультидисциплінарної науково-практичної інтернет-конференції молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців «СУЧАСНА НАУКА: ІННОВАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ»

6-7 квітня 2023 р., м.Київ

Конференція внесена до плану Міністерства освіти і науки України у 2023 році та зареєстрована в ДУ «Український інститут науково-технічної інформації» (УкрІНТЕІ) за № 16 від 16.01.2023р.

Сучасна наука: інновації та перспективи: Матеріали Міжнародної мультидисциплінарної науково-практичної інтернет-конференції молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців 6-7 квітня 2023р. м. Київ, вид-во: Київський інститут залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, реєстр. УкрІНТЕІ №16 від 16.01.2023, 2023. 452 с.

Голова оргкомітету конференції:

Губаревич О.В. – к.т.н., доцент кафедри електромеханіки та рухомого складу залізниць Київського інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій

Відповідальний секретар конференції:

Голубєва С.М. – ст. викладач кафедри суднових енергетичних установок, допоміжних механізмів суден та їх експлуатації Київського інституту водного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій

До електронного збірника увійшли матеріали доповідей, поданих на Міжнародну мультидисциплінарну науково-практичну інтернет-конференцію молодих дослідників, здобувачів вищої освіти та науковців, яка організована Київським інститутом залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та включена до плану Міністерства освіти і науки України.

Електронне наукове видання призначено для апробації наукових досліджень бакалаврів, магістрів, аспірантів, докторантів, викладачів та наукових співробітників, а також для розширення наукового кругозору дослідників з відповідних галузей знань, інформування широкого кола вчених та практиків щодо існуючих сучасних проблем у різних галузях та розвитку міжнародної співпраці.

© КІЗТ Державний університет інфраструктури та технологій, 2023

Матеріали подано в авторській редакції

<i>Комарова Г.Л., Булах Є.С.</i>	
УДОСКОНАЛЕННЯ ПОНДЕРОМОТОРНОГО ВАТМЕТРА НВЧ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ФЕРРИМАГНІТНОГО РЕЗОНАНСУ IMPROVEMENT OF MICROWAVE POWER METR ACCOUNT OF THE USE OF FERRIMAGNETIC RESONANCE.....	362
<i>Малецький Є.В., Волошина Л.В.</i>	
УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЕРТИЗИ ЛІЧИЛЬНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ IMPROVING EXPERTISE OF ELECTRICITY METERS FOR HOUSEHOLD CONSUMERS.....	366
<i>Ranchenko A., Kulbovskyi I.</i>	
MODERN MEANS OF MEASURING TECHNIQUE IN RAILWAY TRANSPORT.....	370
<i>Роценко О.В., Комарова Г.Л.</i>	
ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРИ РОЗРОБЦІ СУЧАСНОГО ПРЕЦИЗІЙНОГО ІНСТРУМЕНТА IMPLEMENTATION OF NEW TECHNOLOGIES TO INCREASE ACCURACY IN THE DEVELOPMENT OF MODERN PRECISION TOOLS.....	372
<i>Яцуміра А.А., Морнева М.О.</i>	
ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ HISTORY OF THE INFORMATION-MEASUREMENT SYSTEMS	375
Секція 10: ЕКОНОМІКА, ФІНАНСИ ТА ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА ПІДПРИЄМСТВ	
Section 10: ECONOMICS, FINANCE AND ECONOMIC SECURITY OF ENTERPRISES.....	378
<i>Вільховатська А.І., Кучмійова Т.С.</i>	
ВПЛИВ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ДІЯЛЬНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА INFLUENCE OF ECONOMIC SECURITY ON ENTERPRISE ACTIVITIES.....	378
<i>Підгора Є.О., Латишева О.В.</i>	
РОЛЬ МОТИВАЦІЇ В ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ КРЕАТИВНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ПЕРСОНАЛУ СФЕРИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ THE ROLE OF MOTIVATION IN THE PROCESS OF MANAGING THE CREATIVE POTENTIAL OF INFORMATION TECHNOLOGY PERSONNEL.....	380
<i>Стребіж Є.О., Гітис Т.П.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МІГРАЦІЇ НА ЕКОНОМІКУ КРАЇНИ ПІД ЧАС ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ RESEARCH OF THE IMPACT OF MIGRATION ON UKRAINIAN	

метрологічна служба України. Нормативною основою метрології є державні стандарти, відповідні нормативні документи Держстандарту України, методичні вказівки та рекомендації.

Л і т е р а т у р а

1. Кухарчук В.В., Кучерук В.Ю., Володарський Є.Т., Грабко В.В. Основи метрології та електричних вимірювань: підручник. Херсон: Олді-плюс, 2013. 538 с.
2. Закон України про метрологію та метрологічну діяльність. К.: №1314- VII-ВР, 05.06.2014 р.
3. ISO 21748:2017. Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty evaluation. 10 July 2017. 50 p.
4. Васілевський О.М., Васілевський, В.Ю. Кучерук, Є.Т. Основи теорії невизначеності вимірювань: підручник. Вінниця: ВНТУ, 2015. 230 с. ISBN 978-966-641-632-5.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПОНДЕРОМОТОРНОГО ВАТМЕТРА НВЧ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ФЕРРИМАГНІТНОГО РЕЗОНАНСУ

Комарова Г.Л. – к.т.н., доц., komarova@kart.edu.ua

Булах Є.С. – магістр, bulah@kart.edu.ua

*Український державний університет залізничного транспорту
Україна, м. Харків*

IMPROVEMENT OF MICROWAVE POWER METR ACCOUNT OF THE USE OF FERRIMAGNETIC RESONANCE

Komarova H. – Ph.D., Associate Professor, komarova@kart.edu.ua

Bulah E. – master's degree, bulah@kart.edu.ua

*Ukrainian state university of railway transport
Ukraine, Kharkiv*

Using ferromagnetic material as an electromagnetic transducer in mechanical energy and magnetic resonance phenomena yielded sufficient mechanical energy to rotate the harness ponderomotive wattmeter fixed at both ends by means of extensions or cores. At resonance, the moment of force is $(6 \pm 0,5) 10^{-8}$ N·m, which is $6 \cdot 10^3$ times more in comparison with the moment of forces achieved in the well-known works. High-precision microwave wattmeter with sufficient mechanical strength and reliability for industrial applications have been developed. The random error in the power measurement is 0,1 %.

Keywords: *cylinder system, ferrimagnetic resonance, electromagnetic energy, conversion, mechanical energy.*

Актуальність досліджень зумовлена необхідністю зменшення похибки вимірювання енергії НВЧ в різних областях науки і техніки: прискорювачі

елементарних частинок, системи термоядерного синтезу, нагрів і обробка матеріалів і виробів в харчовій промисловості, радіолокації, телекомунікації [1], медицині [2].

Метою статті є удосконалення пондеромоторного ватметра за рахунок використання феримагнітного матеріалу у якості перетворювача електромагнітної енергії на механічну та явища магнітного резонансу для підвищення механічної міцності і вимірювання потужності в промислових умовах.

Основна частина. Одним з основних параметрів електромагнітної енергії, який потрібно контролювати при її використанні, є потужність.

У даний час для вимірювання потужності електромагнітної енергії НВЧ в промислових умовах використовуються ватметри, наприклад, DPM 5000-EX фірми «Bird Electronic Corporation», USA [3], R & S®NRP2 фірми «Rohde & Schwarz» [4], Похибка вимірювання потужності цими ватметрами становить 4-5 %.

Відомі зразкові пондеромоторні ватметри максимально наближені до еталона, котрі мають похибку вимірювання потужності рівну 0,2%. Використання цих ватметрів в промислових умовах неможливо, так як вони мають низьку механічну міцність.

У пондеромоторних ватметрах підвісна система закріплюється тільки з одного боку. Отриманою перетворювачем (металевим кільцем) механічної енергії від електромагнітної хвилі ($\sim 10^{-11}$ Н·м) недостатньо, щоб повернути перетворювач за умови, що підвісну систему в ватметрі закріпити з двох кінців.

З точки зору точності вимірювання пондеромоторні ватметри мають істотні переваги в порівнянні з вище перерахованими, тому що вимір потужності зводиться до вимірювання основних фізичних величин системи СІ - маси, довжини, часу.

Для збільшення силової дії електромагнітної енергій на пондеромоторний перетворювач металеве кільце замінимо на феритову кулю і розмістимо її в постійне магнітне поле [5].

Фізичну модель перетворення електромагнітної енергії НВЧ на механічну в пондеромоторному ватметрі можна представити наступним чином. В прямокутному хвилеводі, в якому розповсюджується електромагнітна енергія за допомогою хвилі H_{10} , розміщують феритову кулю радіусом R та діють на неї постійним магнітним полем (B_0). Постійне магнітне поле (B_0) перпендикулярне поверхні широкої стінки хвилеводу.

Перетворення електромагнітної енергії НВЧ в механічну відбувається наступним чином: ферит, із якого виготовлено перетворювач, складається із доменів, котрі мають магнітні моменти, що хаотично орієнтовані в просторі за рахунок природної теплової енергії.

Постійне магнітне поле (B_0) індукує магнітне поле усередині феритової

кулі ($B_{\phi 0}$). Під дією цього поля, хаотично направлені в просторі магнітні моменти доменів (p_i) отримують обертальний рух з постійною кутовою швидкістю (ω_0) навколо вектора магнітної індукції ($B_{\phi 0}$).

Хвиля H_{10} індукує електромагнітне поле з магнітною індукцією (B_{ϕ}) усередині феритової кулі. Під дією складової вектора (B_{ϕ}), перпендикулярної постійному магнітному полю ($B_{\phi 0}$), магнітні моменти доменів отримують момент сили ($M_i = [p_i \cdot B_{\phi}]$) для обертального руху в напрямку вектора магнітної індукції (B_{ϕ}) та силу поступального руху в напрямку його неоднорідності ($F_i = -\text{grad}(p_i \cdot B_{\phi})$).

Моменти сил, що діють на магнітні моменти доменів, узгодять їх обертальний рух з обертаючим вектором магнітної індукції (B_{ϕ}) НВЧ (явище резонансу) за умов рівності кутової частоти електромагнітної хвилі (ω) та кутової частоти обертання магнітних моментів доменів (ω_0). При узгодженому обертанню векторів магнітних моментів доменів, всі вони будуть орієнтовані уздовж напрямку вектора магнітної індукції (B_{ϕ}), а сили, що на них діють, будуть орієнтовані не хаотично, а в напрямку збільшення магнітної індукції електромагнітного поля НВЧ.

В момент узгодження обертального руху магнітних моментів доменів збільшується величина сили, з якою електромагнітне поле НВЧ діє на перетворювач та підвищується коефіцієнт корисної дії перетворювача електромагнітної енергії в механічну.

Схема удосконаленого пондеромоторного ватметра представлена на рис. 1. Він складається із відрізка прямокутного хвилеводу 4, електромагніта 3, крутильної головки 2, опори 8 та рухомої системи. Рухома система введена в відрізок хвилеводу за допомогою тонкої пружної нитки 1, яка закріплена з одної сторони до крутильної головки 2, з іншої – до опори 8. Рухома система включає в себе кварцовий стрижень, на якому розміщено невелике дзеркало 9 та дві сфери, які розміщено симетрично відносно осі стрижня. Одна сфера 5 виготовлена з фериту, інша – з кварцу. Кутове положення рухомої системи визначається за допомогою дзеркала 9, джерела світла 7 та шкали 6.

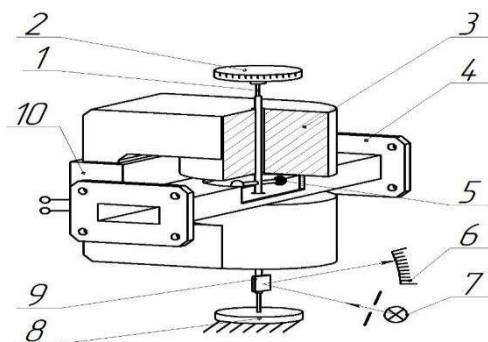


Рисунок 1 – Схема удосконаленого пондеромоторного ватметра

Ватметр працює таким чином. За допомогою крутильної головки 2 феритова куля розміщується в середній частині хвилеводу. Промінь світла від джерела при цьому буде співпадати з початком відліку на шкалі 6. При проходженні електромагнітної хвилі, що має потужність P по хвилеводу вона буде діяти з моментом сили на феритову кулю. Під дією цієї сили та сили деформації пружної нитки, підвісна система змінить своє положення на кут φ , який пропорційний потужності P . Коефіцієнт пропорційності між кутом φ та потужністю електромагнітної хвилі знаходиться за допомогою калібрування ватметра [6].

Момент сили з якою електромагнітна хвиля діє на феритову кулю дорівнює $(6 \pm 0,5) \cdot 10^{-8}$ Н·м. Параметри пондеромоторного ватметра: потужність НВЧ 10 Вт, довжина хвилі 3,1 см, площа перерізу хвилеводу $10 \cdot 23$ мм², діаметр феритової кулі дорівнює 3,55 мм напруженість постійного магнітного поля 132,5 кА/м. Феритова куля розміщена на відстані 10 мм від осі обертання. Випадкова похибка вимірювання потужності дорівнює 0,1 %.

Висновки. Використання феримагнітного матеріалу у якості перетворювача електромагнітної енергії на механічну та явища магнітного резонансу дозволило отримати достатню кількість механічної енергії для обертання підвісної системи пондеромоторного ватметра, закріпленої з двох кінців за допомогою розтяжок або кернів. При магнітному резонансі, момент сили дорівнює $6 \cdot 10^{-8}$ Н·м, що в $6 \cdot 10^3$ разів більше в порівнянні з моментом сил, досягнутим в роботі [5]. Розроблено високоточний ватметр СВЧ з достатньою механічною міцністю і надійністю для промислового застосування. Випадкова похибка вимірювання потужності дорівнює 0,1 %.

Л і т е р а т у р а

1. Ребров С.И. Электронная СВЧ техника. // Электронная техника. 2009. вып. 1 (500). С. 31-70.
2. Alshaima H. S. Effects of low power microwaves at 1.8, 2.1, and 2.3 GHz on l-Lactic dehydrogenase and Glutathione peroxidase enzymes / H. S. Alshaima, V. Vojisavljevic, E. Pirogovaab // Journal of Electromagnetic Waves and Applications. 2014. Vol. 28, No. 14. – P. 1726-1735.
3. The Bird® Model 5000-EX RF Digital Power Meter. Bird 5000-XT Digital Power Meter (New). URL: <http://www.chuckmartin.com/category/Bird-5000-Digital-Meters-51> (дата звернення: 09.02.2023).
4. Digital Power Meter company Rohde & Schwarz. DISTEK – Instruments for Measurement. URL: <http://www.distek.ro/en/Product/RF-Power-Meter-Rohde-and-Schwarz-NRP2-1076> (дата звернення: 09.02.2023).
5. Мартыненко Л.Г., Комарова Г.Л. Влияние ферромагнитного резонанса на преобразование энергии стоячей электромагнитной волны в механическую. // Вісті

вищих учбових закладів. Радіоелектроніка. 2020. 63(5), С. 290-299. DOI: <https://doi.org/10.20535/S0021347020050039>

6. Комарова Г.Л. Вплив феримагнітного резонансу на перетворення енергії електромагнітної хвилі ЗПГ-резонатором в механічну енергію. Радіотехніка. 2021. 4(207), С. 149-158. DOI: <https://doi.org/10.30837/rt.2021.4.207.16>

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКСПЕРТИЗИ ЛІЧИЛЬНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Малецький Є.В. – магістрант, maleckiy@kart.edu.ua

Волошина Л.В. – к.т.н., асистент, ludmivol@gmail.com

Український державний університет залізничного транспорту
Україна, м. Харків

IMPROVING EXPERTISE OF ELECTRICITY METERS FOR HOUSEHOLD CONSUMERS

Maletskiy I. – master's student, maleckiy@kart.edu.ua

Voloshyna L. – PhD Tech., assistant, ludmivol@gmail.com

Ukrainian State University of Railway Transport
Ukraine, Kharkiv

The paper analyzes the state of regulatory and legal provision of expertise of electricity meters for household consumers. It was concluded that the text and content of the "Regulations on expertise of electrical energy metering devices for household consumers" do not comply with modern requirements. Proposals for improving the expertise process and Regulations were developed. It is considered appropriate to introduce changes and additions to the Regulation, in particular: the scope of the expertise and expert verification, and the registration of its results; composition, powers, procedure for formation of the commission that conducts the expertise; ensuring remote presence of the consumer during the expertise.

Keywords: *expertise, electricity meter, supplier and household consumer of electrical energy, verification, expert verification, metrological characteristics, legislation*

Актуальність теми. Експертиза лічильників електричної енергії у побутових споживачів у досудовому порядку за усталеною практикою проводиться відповідно до «Положення про проведення експертизи приладів обліку електричної енергії у побутових споживачів (далі – Положення), яке було затверджено Мінпаливенерго у 2003 році [1]. Єдині зміни до Положення вносились у 2011 році. За час, що минув з дати затвердження та внесення змін до Положення, відбулися зміни в законодавстві, нормативних документах з метрології, внаслідок поширення коронавірусної інфекції та військових дій з'явилися обмеження та ускладнення на пересування громадян до місця