

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
БУКОВИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ

II науково-практичної інтернет-конференції
**РОЗВИТОК ПРИРОДНИЧИХ НАУК
ЯК ОСНОВА НОВІТНІХ
ДОСЯГНЕНЬ У МЕДИЦИНІ**



м. Чернівці
22 червня 2022 року

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE
BUKOVINIAN STATE MEDICAL UNIVERSITY

CONFERENCE PROCEEDINGS

II Scientific and Practical Internet Conference **DEVELOPMENT OF NATURAL SCIENCES AS A BASIS OF NEW ACHIEVEMENTS IN MEDICINE**



Chernivtsi, Ukraine
June 22, 2022

УДК 5-027.1:61(063)

Р 64

Медицина є прикладом інтеграції багатьох наук. Наукові дослідження у сучасній медицині на основі досягнень фізики, хімії, біології, інформатики та інших наук відкривають нові можливості для вивчення процесів, які відбуваються в живих організмах, та вимагають якісних змін у підготовці медиків. Науково-практична інтернет-конференція «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині» покликана змінювати свідомість людей, характер їхньої діяльності та стимулювати зміни у підготовці медичних кадрів. Вміле застосування сучасних природничо-наукових досягнень є запорукою подальшого розвитку медицини як галузі знань.

Конференція присвячена висвітленню нових теоретичних і прикладних результатів у галузі природничих наук та інформаційних технологій, що є важливими для розвитку медицини та стимулювання взаємодії між науковцями природничих та медичних наук.

Голова науково-організаційного комітету

Володимир ФЕДІВ професор, д.фіз.-мат.н., завідувач кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

Члени науково-організаційного комітету

Тетяна БІРЮКОВА к.тех.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

Оксана ГУЦУЛ к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

Марія ІВАНЧУК к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

Олена ОЛАР к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

Почесний гість

Prof. Dr. Anton FOJTIK Факультет біомедичної інженерії, Чеський технічний університет, м.Прага, Чеська республіка

Комп'ютерна верстка:

Марія ІВАНЧУК

Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині: матеріали II науково-практичної інтернет-конференції, м. Чернівці, 22 червня 2022 р. / за ред. В. І. Федіва – Чернівці: БДМУ, 2022. – 489 с.

У збірнику подані матеріали науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині». У статтях та тезах представлені результати теоретичних і експериментальних досліджень.

Матеріали подаються в авторській редакції. Відповідальність за достовірність інформації, правильність фактів, цитат та посилань несуть автори.

Для наукових та науково-педагогічних співробітників, викладачів закладів вищої освіти, аспірантів та студентів.

Рекомендовано до друку Вченою Радою Буковинського державного медичного університету (Протокол №11 від 22.06.2022 р.)

ISBN 978-966-697-983-7

UDC 621.3

Gutsul Oksana ¹, Pfeifer Rene ^{2,3}, Szabo Ondrej³, Slobodyan Vsevolod ⁴

Comparison of Radial Distribution of Eddy Currents in Aluminum Disk in the Absence and Presence of the Skin Effect

¹*Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine*

²*Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University, Prague, Czech Republic*

³*Institute of Physics of the Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic*

⁴*Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine*

gutsul@bsmu.edu.ua

Abstract. This paper study aluminum disks with different radius and two fixed values of disk thickness: in the first case the thickness of the disk (h) is less than the thickness of the skin layer ($h_{sk.l.}$), and in the second case, the thickness of the disk is greater than the thickness of the skin layer. In the presence of the skin effect in this frequency range from 3.2 MHz to 13 MHz, the radial distribution of eddy currents changes significantly, and it is more difficult to theoretically calculate. In the presence of the skin effect, the dependence of the applied attenuation (d) is almost independent of the area (S_{hole}) of the round hole in the center of the disk, indicating the location of eddy current on the edge of the disk in a thin region of the skin layer thickness in a given frequency range.

Key words: aluminum disks, skin effect, electrodeless study

Composite materials are widely used in modern technologies to replace bulky metal parts. Metal films in composite materials are protected on both sides by inorganic polymers films, which can have a very small thickness and reduce the demand for metals with almost unchanged mechanical properties. Composite films deserve special attention, where the thickness of the metal film becomes less than the depth of penetration of the skin effect. In this case, the radial distribution of eddy currents will not be distorted by the skin effect, as is the case with thicker metal films. That is why composite materials made of ultra-thin metal films are convenient objects for studying the radial distribution of eddy currents.

This paper study aluminum disks with different radius and two fixed values of disk thickness: in the first case the thickness of the disk (h) is less than the thickness of the skin layer ($h_{sk.l.}$), and in the second case, the thickness of the disk is greater than the thickness of the skin layer. In the presence of the skin effect in this frequency range from 3.2 MHz to 13 MHz, the radial distribution of eddy currents changes significantly, and it is more difficult to theoretically calculate. The radial distribution

of eddy currents can be experimentally investigated using an installation for electrodeless measurement of the electrical resistance of metal disks and cylinders [1-3]. To do this, aluminum disks were placed in the middle of the measuring solenoid and measured the quality (Q) factor in a given frequency range. The measurement results are shown in Fig. 1.

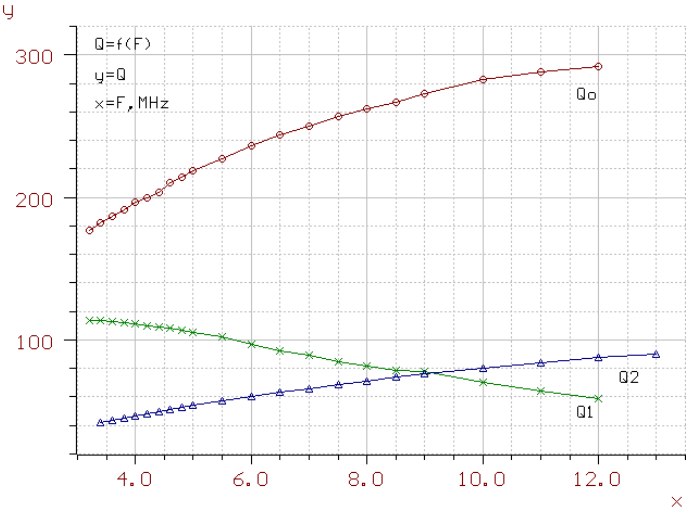


Fig. 1. The dependence of the quality factor of the measuring solenoid on the resonance frequency f for three cases: a) Q_0 – empty solenoid; b) Q_1 – with an aluminum disk with a thickness $h < h_{sk,l}$; c) Q_2 - with an aluminum disk with a thickness $h > h_{sk,l}$.

Fig. 1 shows that the dependence of the Q factor on the frequency differs significantly for cases of absence (Q_1) and the presence (Q_2) skin effect in frequency range evaluated. Based on the obtained dependences, the dependences of the input resistance R with the frequency f is obtained, these result shown in Fig. 2.

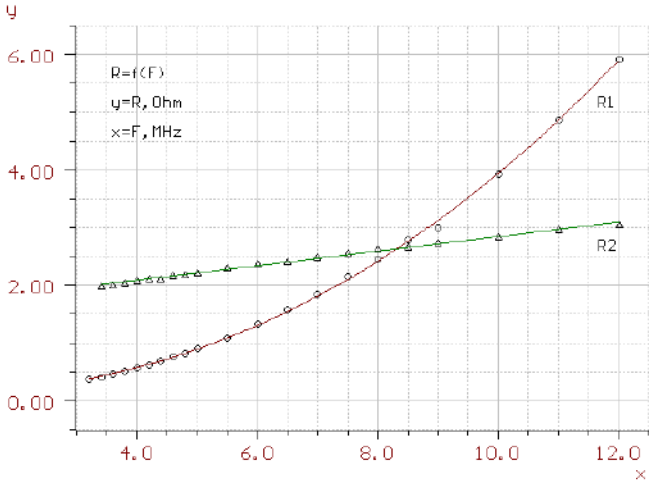


Fig. 2. Dependences of the input resistance R of the measuring solenoid on the resonance frequency f for two cases: a) R_1 - with an aluminum disk with a thickness $h < h_{sk,l}$; b) R_2 - with an aluminum disk with a thickness $h > h_{sk,l}$.

In [1] it was theoretically shown that the input resistance R is proportional to the square of the frequency f in the absence of a skin effect, which is experimentally confirmed by the curve $R_1(f)$. In the presence of a skin effect, the input resistance R is directly proportional to the frequency f , which is also experimentally confirmed by the curve $R_2(f)$. Fig. 3 also show the dependence of the applied attenuation d on the frequency f .

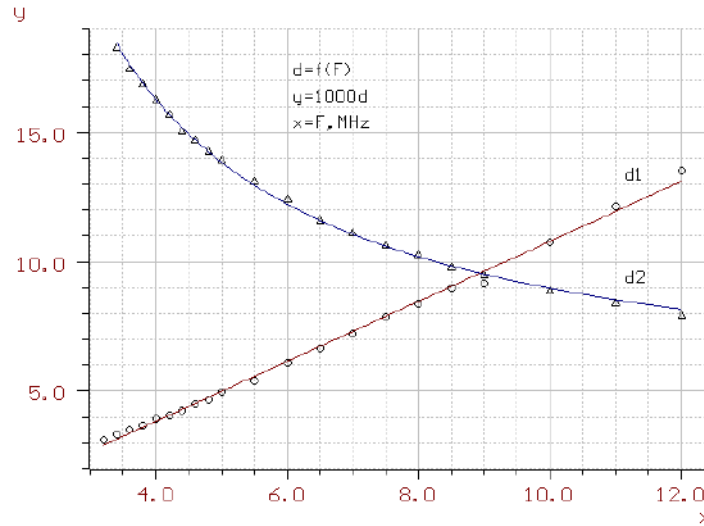


Fig. 3. Dependence of the input attenuation d of the measuring solenoid on the resonance frequency f for two cases: a) d_1 - with an aluminum disk with thickness $h < h_{sk,L}$; b) d_2 - with an aluminum disk with a thickness $h > h_{sk,L}$.

According to theory [1-3], the applied attenuation $d=R/\omega L$ is proportional to the frequency f in the absence of a skin effect and proportional to $1/f$ in the presence of a skin effect, which is confirmed experimentally.

To study the radial distribution of eddy currents in the disks, the dependences of the input attenuation d on the area (S) of the disks were experimentally measured, which are shown in Fig. 4.

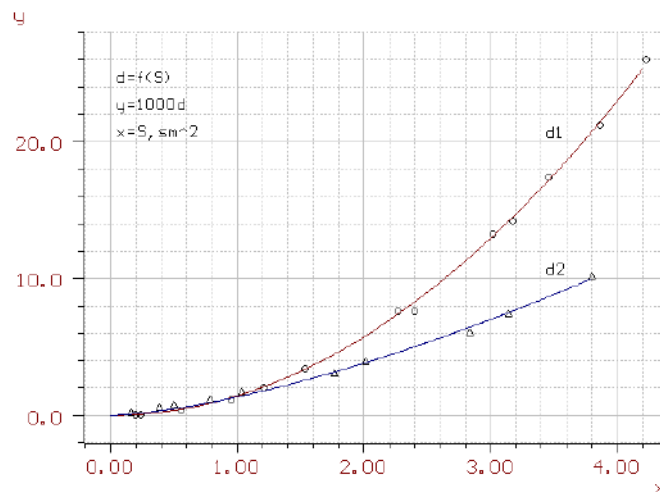


Fig. 4. Dependence of input attenuation d on the area S of disks of the same thickness h for two cases: (a) d_1 - with aluminum disks with thickness $h < h_{sk,L}$; (b) d_2 - with aluminum disks with thickness $h > h_{sk,L}$.

Fig. 4 points out that in the absence of the skin effect the wear attenuation (d) is proportional to the square of the area S of the disks and has the following form: $10^3 d_1 = 1.437 S^2$. In the presence of the skin effect, the dependence of the input attenuation on the area S of the disks is: $10^3 d_2 = 1.35 S^{3/2}$.

In the absence of skin effect, the inductance (L) of the measuring solenoid does not depend on the area S of disks due to the small thickness of h disks, while for thicker disks where the skin effect is observed, the inductance of measuring solenoid depends on the area S of disk (Fig. 5).

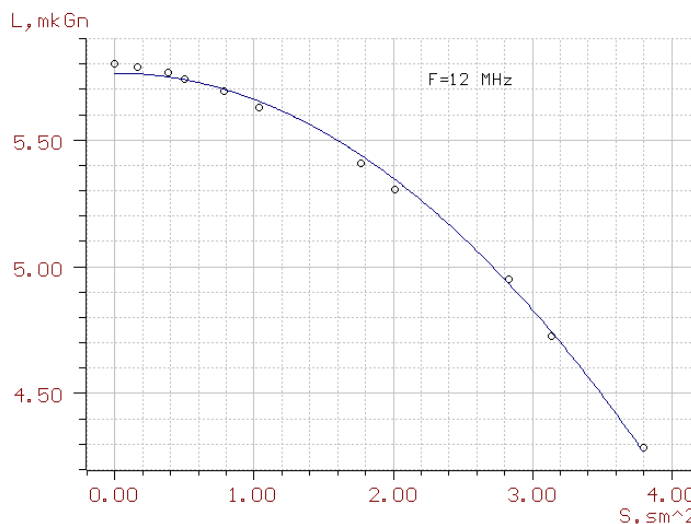


Fig. 5. Dependence of the inductance of the measuring solenoid on the area S of aluminum disks for thickness $h > h_{sk.l.}$.

To find the functional dependence of the inductance L on the square of the area $S^2 - L(S^2)$ - was constructed, which is shown in Fig. 6.

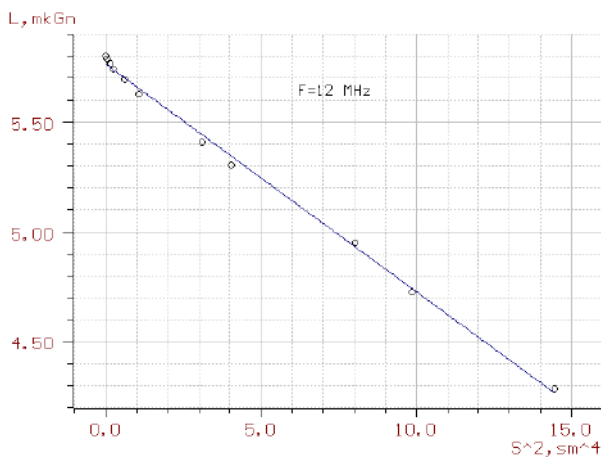


Fig. 6. Dependence of the inductance (L) of the measuring solenoid on the area S^2 of aluminum disks for the case of thickness $h > h_{sk.l.}$.

Fig. 6 shows that the inductance of the measuring solenoid at a frequency $f = 12 \text{ MHz}$ is proportional to the square of the area of the aluminum disks and has the following form: $L = 5.764 - 0.1037 S^2$.

In the absence of a skin effect, the study of the radial distribution of eddy currents in the aluminum disk can be measured by measuring the dependence of the applied attenuation (d) on the area of the round hole in the center of the disk (S_{hole}^2). This measurement results are shown in Fig. 7.

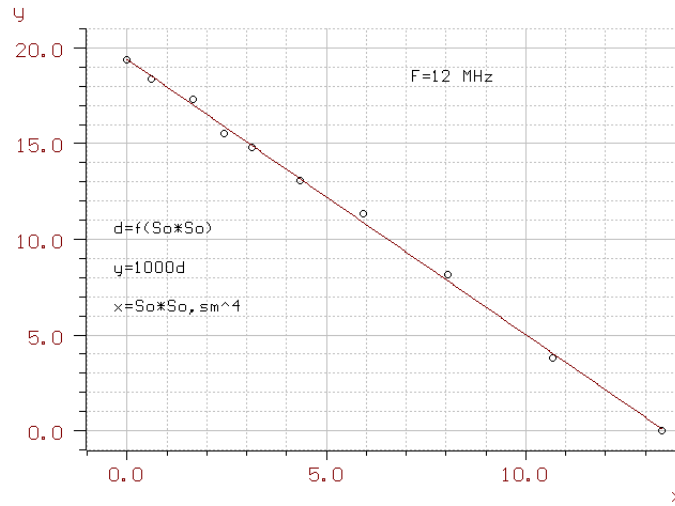


Fig. 7. Dependence of the induced attenuation (d) on the square of the area S_{hole}^2 of the inner circular hole in the center of the disk of a fixed outer radius r_a .

Fig. 7 it follows that this dependence has the following form: $10^3 d = 1.439 (S_{hole, cm^2})^2$, since the constants at the areas coincide with the nearest three digits, the general formula for calculating the applied attenuation d for the aluminum disk of any radius r with a hole radius r_{hole} has the following form: $10^3 d = 1.438 [(S, cm^2)^2 - (S_{hole, cm^2})^2]$. From the last formula it follows that when cutting a round hole in the center of the disk, the distribution of eddy currents along the radius of the disk remains unchanged. Moreover the currents in the cut part of the disk will be missing along with the cut part of the disk. These results confirm that the thickness of the considered aluminum disks is less than the thickness of the skin layer for the studied range of frequency, and therefore the distribution of eddy currents along the radius of the disk is not distorted by the skin effect. From the above findings it follows that the magnitude of the eddy current at the distance r_x from the center of the disk is proportional to r_x^2 , and the power of the eddy current is proportional to r_x^4 .

In the presence of the skin effect, the dependence of the applied attenuation (d) is almost independent of the area (S_{hole}) of the round hole in the center of the disk, indicating the location of eddy current on the edge of the disk in a thin region of the skin layer thickness in a given frequency range.

References:

1. Gutsul O.V., Slobodyan V.Z. Features of eddy currents in metal disks // Scientific view of the future 1 (9), 2018. P. 20-27. (Гуцул О.В., Слободян В.З. Особливості вихрових струмів у металевих дисках // Науковий погляд у майбутнє 1 (9), 2018. С. 20-27).
2. Gutsul O.V., Slobodyan V.Z. Features of eddy currents in aluminum thin disks of different diameters // Science, Research, Development. Technics and technology. Berlin (30.08.2018-31.08.2018. 2018). P. 12-18. (Гуцул О.В., Слободян В.З. Особливості вихрових струмів в алюмінієвих тонких дисках різного діаметру // Наука, дослідження, розробки. Техніка і техніка. Берлін (30.08.2018-31.08.2018. 2018). С. 12-18).
3. Gutsul O.V., Slobodyan V.Z. Investigation of eddy currents in thin aluminum disks of different diameters // Monografia pokonferencyjna. Zbiór artykułów naukowych recenzowanych P. 12-18 "Diamond trading tour" Warszawa - 2018. 64 s. (Гуцул О.В., Слободян В.З. Дослідження вихрових струмів у тонких алюмінієвих дисках різного діаметру // Monografia pokonferencyjna. Zbiór artykułów naukowych recenzowanych С. 12-18 «Тур з торгівлі діамантами» Варшава – 2018. 64 с).

UDC 577.3:544.35:546.33

Gutsul Oksana¹, Pfeifer Rene ², Slobodyan Vsevolod³

Comparison of Electrodeless Studies of Aqueous NaCl Solutions in Cylinder of Different Diameters

¹*Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine*

²*Czech Technical University, Prague, Czech Republic*

³*Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine*

gutsul@bsmu.edu.ua

Abstract. In this paper studied of the concentration and specific electrical conductivity of liquids by electrodeless resonance method in an isolated cylindrical tank from various external factors that can contaminate the liquid. Among those factors is the use of electrodes in the liquid, which are not desirable for aggressive or chemically pure liquids. These measurements are promising for serial studies of liquids 3-10 ml.

Key words: NaCl solution, electrodeless study, skin effect

The study of aggressive or chemically pure liquids by electrodeless resonance method [1-3] has a number of advantages over traditional electrode methods and is promising for serial studies of particularly pure liquids.