

## ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ СТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ОБЪЕКТОВ

*Мокровицкий Максим Евгеньевич*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*

E-mail: mem5@tpu.ru

## EDDY CURRENT INSPECTION OF THE STRUCTURE OF ELECTRICALLY CONDUCTIVE OBJECTS

*Mokrovitskiy Maxim Evgenyevich*

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk*

**Аннотация:** в данной работе рассмотрено использование вихретокового неразрушающего контроля. Этот метод обладает высокой информативностью, надежностью и производительностью, позволяя проводить контроль без прямого контакта с объектом и имеет потенциал для автоматизации. Исследование включает эксперименты по изменению параметров, таких как диэлектрический зазор и структурные особенности объектов контроля. Результаты экспериментов демонстрируют возможности и преимущества использования вихретокового метода для контроля структуры электропроводящих объектов, а также для определения толщины диэлектрического покрытия и электромагнитных параметров. Эта работа представляет важный вклад в развитие методов неразрушающего контроля с потенциалом для широкого практического применения.

**Abstract:** this paper considers the use of eddy current nondestructive testing. This method is highly informative, reliable and productive, allowing inspection without direct contact with the object and has the potential for automation. The study includes experiments on changing parameters such as dielectric gap and structural features of inspection objects. The experimental results demonstrate the possibilities and advantages of using the eddy current method to inspect the structure of electrically conductive objects, as well as to determine dielectric coating thickness and electromagnetic parameters. This work represents an important contribution to the development of nondestructive testing methods with potential for wide practical application.

**Ключевые слова:** вихретоковый неразрушающий контроль; диэлектрический зазор; электромагнитные параметры; неразрушающий контроль структуры; автоматизация контроля.

**Keywords:** eddy current non-destructive testing; dielectric gap; electromagnetic parameters; non-destructive structural testing; control automation.

Один из перспективных методов неразрушающего контроля — это использование вихретокового подхода. Этот метод обладает рядом преимуществ по сравнению с другими техниками. Вихретоковый подход обеспечивает высокую информативность, надежность и эффективность, а также позволяет проводить контроль и измерение без прямого контакта с объектом. Кроме того, он удобен для автоматизации процесса вихретокового измерения. Вихретоковый подход позволяет определять геометрические, электромагнитные и структурные параметры.

Важность использования вихретокового подхода заключается в возможности определения характеристик сложных по структуре объектов, скрытых за диэлектрической средой или электропроводящей поверхностью [1–5].

Для проведения вихретокового контроля структуры электропроводящих объектов было проведено несколько экспериментов: исследование зависимости напряжения от положения вихретоковой преобразующей катушки над объектом контроля. Параметры, такие как диэлектрический зазор, толщина электропроводящего основания, а также наличие особенностей в структуре - круглого отверстия в центре пластины и прорези, проходящей посередине пластины были изменены в ходе эксперимента. Были измерены параметры

мнимой и действительной частей напряжения при многоугольном сканировании, на основе которых вычислялись амплитуда и фаза для построения поверхностей амплитуды и фазы от координат на образце. Таким образом, была проведена реконструкция объекта контроля на основе полученных данных.

В результате исследования были продемонстрированы возможности, преимущества и недостатки использования вихретоковой катушки для контроля структуры электропроводящих объектов, а также потенциальные области его практического применения. Исследование влияния изменения зазора на вносимое напряжение ВТП при использовании квадратных дюралюминиевых и медных пластин. Для демонстрации результатов экспериментов приводятся пары графиков, отображающие изменение амплитуды и фазы в зависимости от перемещения вдоль пластины на уровне, при котором достигаются наибольшие параметры измеряемого параметра для повышения наглядности и более явного определения исследуемых параметров (см. рисунок 1–3).

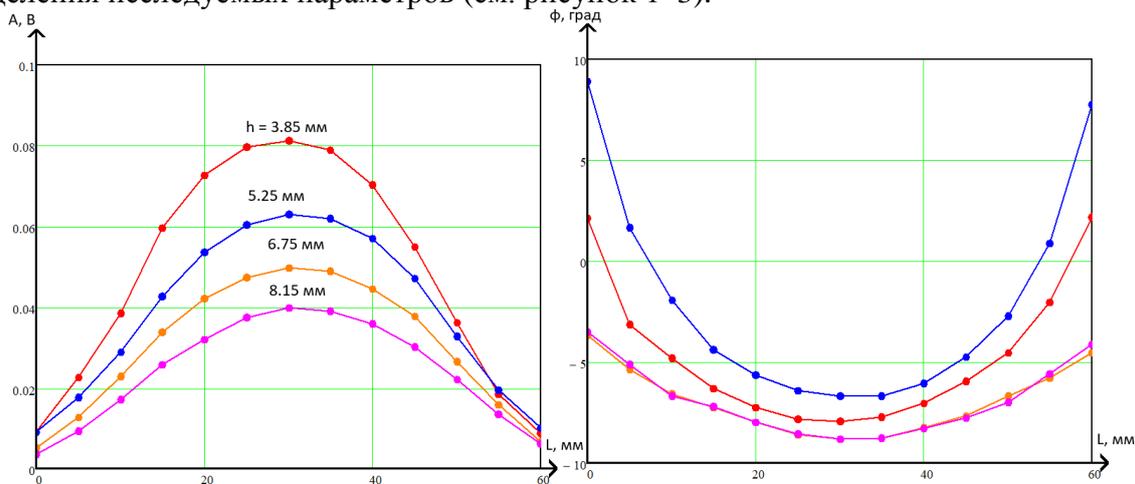


Рисунок 1 – Исследование влияния зазора для электропроводящих дюралюминиевых пластин на вносимое напряжение

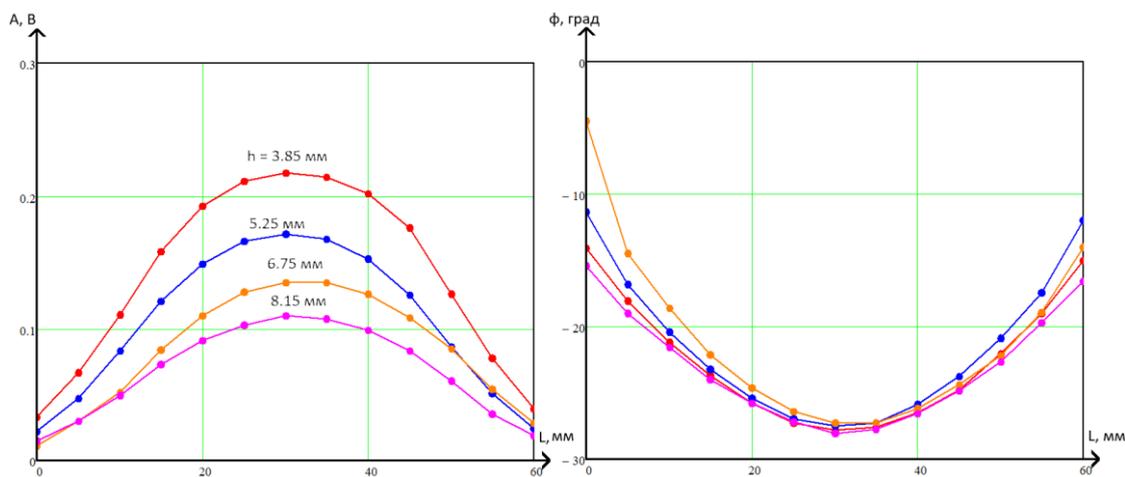


Рисунок 2 – Исследование влияния зазора для электропроводящих медных пластин на вносимое напряжение

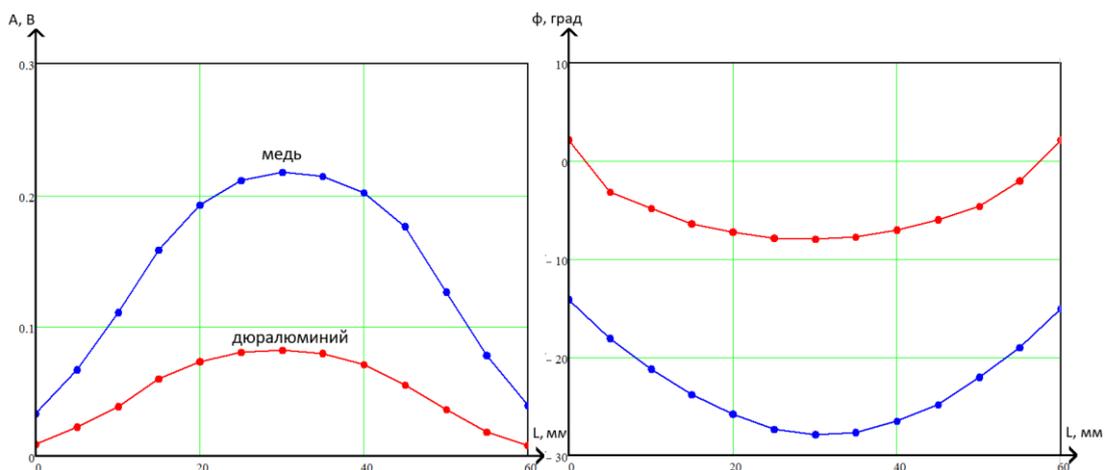


Рисунок 3 – Сравнение пиковых значений для амплитуды и фазы из рисунков 1–2

Из рисунков 1, 2 можно сделать вывод о пригодности вихретокового вида контроля для определения толщины диэлектрического покрытия, используя в качестве информативного параметра амплитуду. На основании результатов, представленных на рисунке 3, можно сделать вывод о возможности использования вихретокового вида контроля для определения электромагнитных параметров объекта контроля, в частности электропроводность, используя в качестве информативного параметра фазу вносимого напряжения.

Дальнейшие исследования проводились для дюралюминиевых пластин с особенностями структуры, а именно круглое отверстие и прорезь. В результате были получены поверхности, отображающие изменение амплитуды и фазы вносимого напряжения по всей исследуемой площади контрольной пластины (см. рисунок 4, 5).

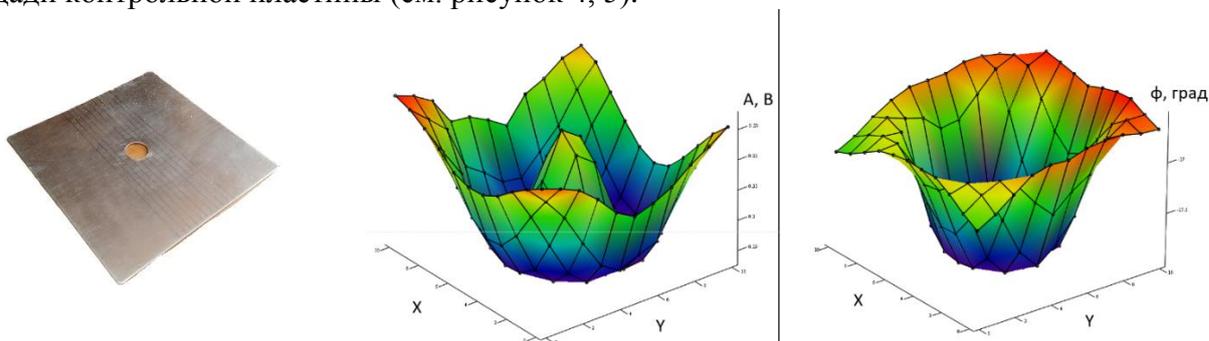


Рисунок 4 – Исследуемая пластина с отверстием и поверхности амплитуды и фазы вносимого напряжения, полученные в результате многокурсового сканирования

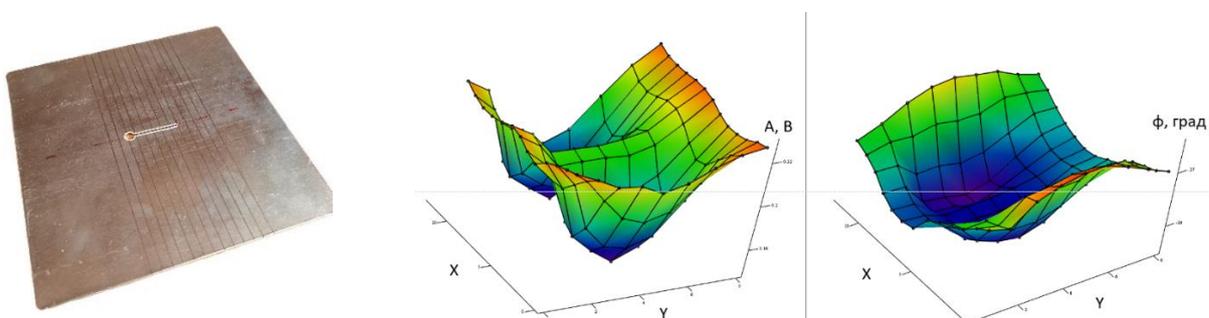


Рисунок 5 – Исследуемая пластина с прорезью и поверхности амплитуды и фазы вносимого напряжения, полученные в результате многокурсового сканирования

Результаты экспериментов с пластинами со сложной структурой, отображенные на рисунках 4–5 позволяют сделать вывод о возможности вихретокового вида контроля контролировать структурные параметры объекта контроля.

## Список литературы

1. Гольдштейн А.Е. Физические основы получения информации: Учебник / А.Е. Гольдштейн – Томск: Издательство томского политехнического университета, 2010. – 311 с.
2. Мрыхина, Д. А. Вихретоковый метод как вид неразрушающего контроля / Д.А. Мрыхина, М.Н. Белая // Современные технологии: проблемы и перспективы: сборник статей всероссийской научно-практической конференции для аспирантов, студентов и молодых учёных, Севастополь, 19–22 мая 2020 года. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», 2020. – С. 181–184.
3. Авторское свидетельство № 1839239 А1 СССР, МПК G01N 27/90. Вихретоковый преобразователь для неразрушающего контроля немагнитных материалов: № 04751426: заявл. 07.08.1989: опубл. 30.12.1993 / Ю.Н. Терехов, Е.В. Трошков, А.Н. Андросов; заявитель Всесоюзный научно-исследовательский институт авиационных материалов.
4. Авторское свидетельство № 1649412 А1 СССР, МПК G01N 27/90. Устройство для вихретокового контроля: № 4474316: заявл. 16.08.1988: опубл. 15.05.1991 / В.Н. Учанин, К.А. Иващенко; заявитель Специальное конструкторско-технологическое бюро физико-механического института АН УССР.
5. Авторское свидетельство № 596874 А1 СССР, МПК G01N 27/86. Вихретоковое устройство для неразрушающего контроля: № 2173945: заявл. 19.09.1975: опубл. 05.03.1978 / В.М. Захаров, Г.В. Кузин, А.Н. Федоров, А.С. Храбров; заявитель Предприятие П/Я Р-6575.

УДК 351.861

## ТЕХНОГЕННЫЕ И ПРИРОДНЫЕ ОПАСНОСТИ В РОССИИ

*Никитина Екатерина Сергеевна, Новиков Андрей Владимирович*  
*Российский государственный социальный университет, г. Москва*  
E-mail: okjuvs@mail.ru, NovikovAnV@rgsu.net

## MAN-MADE AND NATURAL HAZARDS IN RUSSIA

*Nikitina Ekaterina Sergeevna, Novikov Andrey Vladimirovich*  
*Russian State Social University, Moscow*

**Аннотация:** одной из основных целей данного материала является повышение уровня осведомленности людей о потенциальных технических угрозах. Будь то аварии на промышленных объектах, экологические катастрофы или другие происшествия, созданные человеком - все эти ситуации могут иметь серьезные последствия для жизни и здоровья людей. Понимание возможных опасностей позволяет грамотно действовать в случаях ЧП, а также принять соответствующие меры предосторожности для минимизации рисков. Важно знать, какие факторы могут стать источниками техногенных угроз, и каким образом можно защититься от них.

**Abstract:** one of the main goals of this material is to increase people's awareness of potential technological threats. Whether it be industrial accidents, environmental disasters or other man-made incidents, all these situations can have serious consequences for people's lives and health. Understanding possible hazards allows you to act competently in emergency situations, as well as take appropriate precautions to minimize risks. It is important to know what factors can become sources of man-made threats and how you can protect yourself from them.

**Ключевые слова:** техногенные опасности; природные опасности; экология; промышленность.

**Keywords:** man-made hazards; natural hazards; ecology; industry.