

ВИХРЕТОКОВЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ТОЛЩИНЫ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ СТЕНКИ С ОТСТРОЙКОЙ ОТ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАЗОРА

Омарова Дана Маратовна

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: dmo2@tpu.ru

EDDY CURRENT THICKNESS METER OF CONDUCTIVE PLATE WITH ADJUSTMENT FROM THE INFLUENCE OF CLEARANCE CHANGE

Omarova Dana Maratovna

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: Статья посвящена анализу возможностей вихретокового метода неразрушающего контроля для определения толщины электропроводящей немагнитной стенки. В процессе исследования экспериментально определены влияния основных параметров (толщина стенки, зазор между вихретоковым преобразователем и объектом контроля) на вносимое напряжение вихретокового преобразователя, проведен анализ полученных результатов экспериментов.

Abstract: The article is devoted to the analysis of the capabilities of the eddy current method of non-destructive testing for determining the thickness of an electrically conductive non-magnetic wall. During the research, the influence of the main parameters (wall thickness, gap between the eddy current transducer and the test object) on the introduced voltage of the eddy current transducer was experimentally determined; the obtained experimental results were analyzed.

Ключевые слова: вихретоковый метод; вихретоковый преобразователь; электропроводящий объект; толщиномер; зазор; годограф.

Keywords: eddy current method; eddy current transducer; conductive object; thickness gauge; gap; hodograph.

Для измерения толщины применяются приборы, принципы действия которых основаны на измерительных преобразованиях в акустических, магнитных, электрических, радиоволновых и вихретоковых полях.

Обзор методов показал, что наиболее подходящим для решения поставленной задачи является вихретоковый метод, т.к. он не требует непосредственного контакта с объектом контроля, применим при одностороннем доступе к объекту и позволяет обеспечить требуемые метрологические характеристики.

Измерительные преобразования в полях вихревых токов (вихретоковые измерительные преобразования) основаны на возбуждении в электропроводящих объектах переменным магнитным полем вихревых токов и зависимости параметров этих токов от свойств объекта (см. рисунок 1) [1].

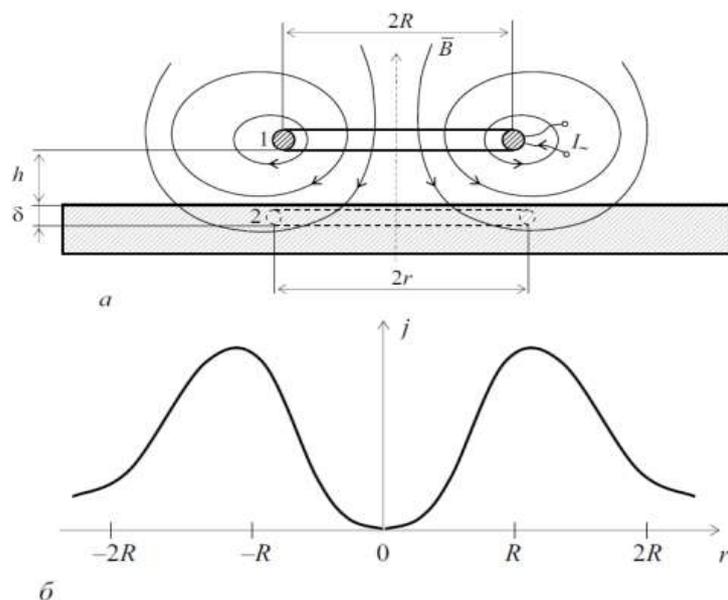


Рисунок 1 – Возбуждение вихревых токов переменным магнитным полем круглой обмотки с током (а) и радиальное распределение плотности вихревых токов в электропроводящем объекте (б): 1 – обмотка с током; 2 – контур вихревого тока

Для работы выбран трансформаторный дифференциальный накладной преобразователь. Конструкция преобразователя показана на рисунке 2.

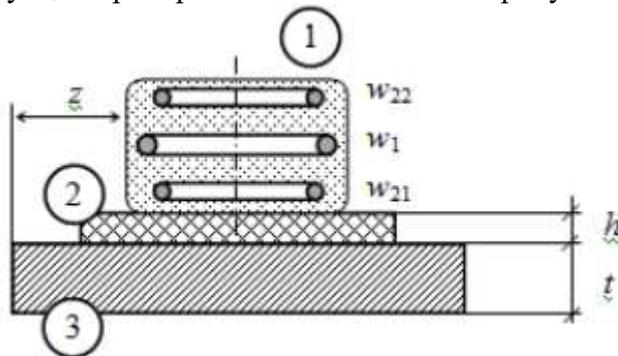


Рисунок 2 – Накладной ВТП над объектом контроля: 1 – ВТП; 2 – диэлектрическая пластина; 3 – электропроводящая пластина.

w_1 – обмотка возбуждения, w_{21} – измерительная обмотка, w_{22} – компенсационную обмотку

В ходе работы были проведены эксперименты для определения зависимости вносимого напряжения вихретокового преобразователя (ВТП) от толщины электропроводящего объекта и от зазора между вихретоковым преобразователем и объектом контроля.

Для этого применялась система вихретокового контроля СВК-03 (см. рисунок 3), состоящая из DDS генератора, вихретокового преобразователя ВТП, усилителя мощности УМ, измерителя вносимых напряжений ИВН-03, платы сбора данных и ПК [2].

Также использовались контрольные образцы различной толщины с фиксированной удельной электрической проводимостью материала (дюралевые и текстолитовые пластины). Действительные значения измерялись цифровым микрометром с максимально допустимой погрешностью 5 микрон.

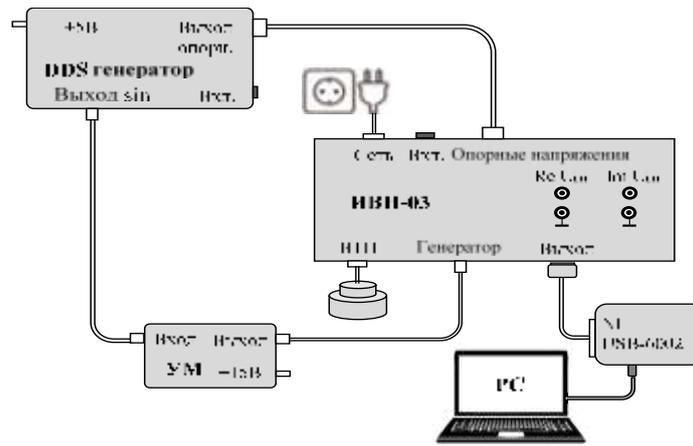


Рисунок 3 – Схема электрических соединений системы вихревого контроля СВК-03

Для определения зависимости вносимого напряжения от толщины электропроводящего объекта для каждого значения толщины были измерены действительная и мнимая составляющие сигнала. Измерения проводились на низкой частоте генератора 250 Гц для обеспечения глубины проникновения ЭМП соответствующей диапазону измерений. Зависимости были сняты для нескольких значений зазора h между блоком обмоток и электропроводящей пластиной.

На основе полученных данных построены зависимости амплитуды и фазы сигнала от изменения толщины (см. рисунок 4).

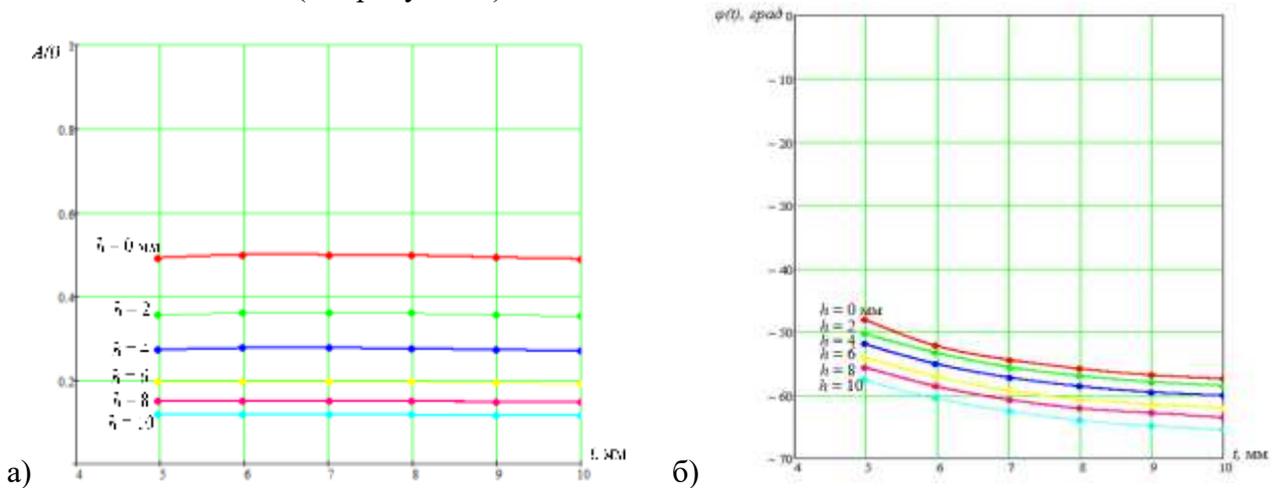


Рисунок 4 – Зависимости амплитуды (а) и фазы (б) вносимого напряжения ВТП от изменения толщины электропроводящего объекта для разных значений зазора

При изменении толщины электропроводящего объекта амплитуда вносимого напряжения изменяется не существенно. А зависимость фазы вносимого напряжения более выраженная и монотонно уменьшающаяся. Поэтому в качестве информативного параметра для измерения толщины будет использоваться фаза сигнала. Также данный эксперимент показал, что на сигнал ВТП влияет не только толщина, но и зазор.

С целью определения влияния зазора между ВТП и объектом контроля на измерение был проведен следующий эксперимент. При фиксированной толщине электропроводящей стенки для каждого значения зазора измеряли мнимую и действительную составляющие вносимого напряжения. Для исключения влияния толщины на результаты измерения производились при высокой частоте генератора 2,5 кГц.

Построены зависимости амплитуды и фазы вносимого напряжения ВТП от изменения зазора между ВТП и объектом контроля (см. рисунок 5).

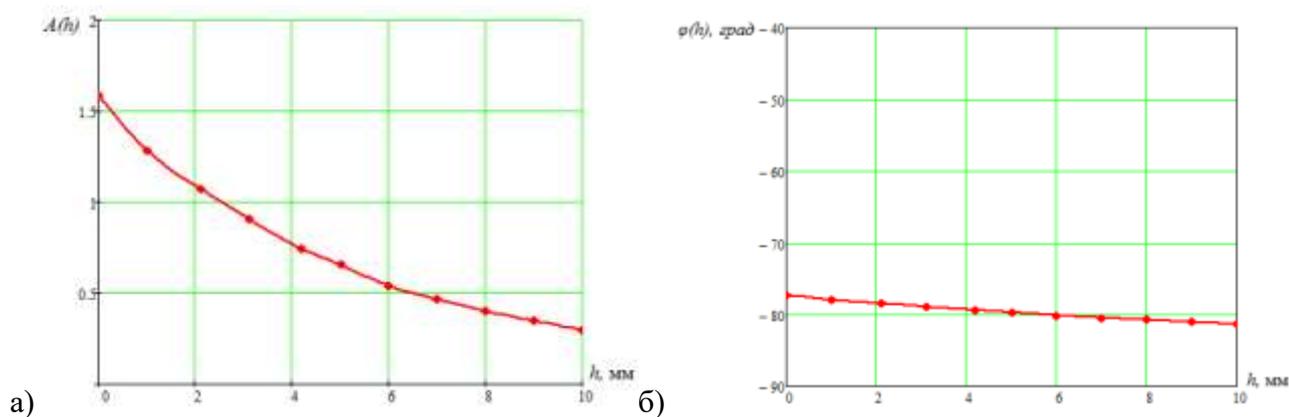


Рисунок 5 – Зависимости амплитуды (а) и фазы (б) вносимого напряжения ВТП от изменения зазора между ВТП и объектом контроля

С увеличением зазора наблюдается монотонное уменьшение амплитуды относительного вносимого напряжения по закону близкому экспоненциальному. При этом фаза относительного вносимого напряжения изменяется медленно. Исходя из полученных данных, в качестве информативного параметра для измерения зазора следует использовать амплитуду вносимого напряжения.

Принцип отстройки от влияния зазора между ВТП и объектом контроля заключается в измерении зазора. Для измеренного значения зазора определяются ближайшие дискретные значения толщины по экспериментально полученным зависимостям (см. рисунок 4 (б)). Значение толщины для текущего зазора вычисляется в предположении линейности зависимости толщины от зазора в малом диапазоне изменений зазора.

Проведенное исследование позволило сделать следующие выводы:

1. Результаты экспериментов показана принципиальная возможность контроля толщины электропроводящих объектов вихретоковым методом.
2. В качестве информативного параметра сигнала ВТП для определения толщины проводящего объекта целесообразно использовать фазу вносимого напряжения, т.к. зависимость более монотонна.
3. Для отстройки от влияния зазора между ВТП и электропроводящей стенкой предлагается измерять зазор на высокой частоте и далее определять толщину по заданному вычислительному алгоритму, учитывающему влияние зазора.

Список литературы

1. Гольдштейн А.Е. Физические основы получения информации: учебник для прикладного бакалавриата / А. Е. Гольдштейн; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Москва: Юрайт, 2016. – 292 с
2. Гольдштейн А. Е., Белянков В.Ю. Вихретоковый измеритель толщины стенки легкосплавных бурильных труб // Дефектоскопия. – 2017. – № 8. С. 57–64.
3. Гольдштейн А.Е. Методические указания по выполнению лабораторной работы «Исследование функциональных зависимостей вносимого напряжения накладного вихретокового преобразователя от свойств электропроводящего объекта» / Сост. А.Е. Гольдштейн, В.Ю. Белянков – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 13 с

4. Неразрушающий контроль. Справочник / под ред. В.В. Ключева: в 8 томах. Т 2: в 2-х кн.: Кн. 1: Контроль герметичности. Кн. 2: Вихретоковый контроль. – М.: Машиностроение, 2003. – 688 с.

5. Власов К.В Основы вихретокового неразрушающего контроля: учебное пособие. – Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2015. – 54 с.

УДК 637.3.071:771.712

ТРЕБОВАНИЯ К МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ПРИБОРОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ИЗ СКВАЖИН

*Оспанова Динара Абилдакызы, Айжамбаева Сауле Жакешовна, Сергеев Виктор
Яковлевич, Юрченко Владислав Владимирович*

Карагандинский Государственный Технический Университет, г.Караганда

E-mail: dinara.ospanova.do@gmail.com

REQUIREMENTS FOR METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF WATER QUALITY CONTROL DEVICES OF WELLS

Ospanova Dinara, Ayzhambaeva Saule, Yurchenko Vladislav, Sergeyev Viktor

Karaganda State Technical University, Karaganda

Аннотация: В данной статье рассмотрена проблема модернизации методов поверки и аттестации приборов контроля качества воды в условиях цеха водоснабжения металлургического комбината АО «Арселор Миттал Темиртау». В результате анализа были предложены пути решения, которые соответствуют современным требованиям рынка, рассмотрены современные тенденции в области метрологического обеспечения производства, в частности обеспечения требуемой точности и надежности контроля качества одного из жизненно важных объектов жизнедеятельности человека – питьевой воды.

Abstract: This article discusses the problem of modernizing the methods of verification and certification of water quality control instruments in the conditions of the water supply workshop of the metallurgical plant of Arcelor Mittal Temirtau JSC. As a result of the analysis, solutions were proposed that correspond to modern market requirements, current trends in the field of metrological support of production, in particular, ensuring the required accuracy and reliability of quality control of one of the vital objects of human life, drinking water, are considered.

Ключевые слова: питьевая вода, качество, метрологическое обеспечение, измерительные приборы, точность, надежность.

Keywords: drinking water, quality, metrological support, measuring instruments, accuracy, reliability.

Подземные воды, являющиеся одновременно частью недр и частью общих водных ресурсов, представляют собой ценнейшее полезное ископаемое, использование которого в экономике и социальной сфере и, главным образом, для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения с каждым годом возрастает. В условиях постоянно возрастающей нагрузки на природную среду и прогрессирующего загрязнения поверхностных вод расширение использования подземных вод не имеет альтернативы.

В то же время, нерациональная эксплуатация подземных вод может приводить к загрязнению и истощению водоносных горизонтов, являться причиной выхода из строя водозаборных сооружений. Поэтому особую актуальность приобретает создание системы управления эксплуатацией подземных вод и контроля их состояния. Наиболее эффективным методом обеспечения рациональной добычи подземных вод, осуществления контроля за их состоянием, являются создание и ведение мониторинга подземных вод, представляющего