

виявлення дефектів за умов різного освітлення. Розглядається методика використання люксметрів.

Особливостями зору людини є чорно-біле сприйняття за умови малого освітлення (до ~0,3 люкс) та кольорового при підвищених рівнях освітлення.

Доступні для використання авторами люксметри (Ю-116, Ю117, UNI-T UT383) десяти та соті значення люксів у показниках освітлення не надають. Мінімальні значення освітленості “0 люкс” та “1 люкс” для характеристик сприйняття зорової інформації виявилися недостатніми за дискретністю.

Проведені авторами дослідження суб’єктивного зорового сприйняття із застосуванням вказаного обладнання в травні місяці 2022 року на середній для України географічній широті виявили наступні особливості:

1) В нічну пору при хмарному небі показники освітленості становили 0 люксів. В безхмарну нічну пору при світлі зірок аналогічний результат - 0 люксів. При світлі зірок і повного місяця - 0 люксів.

2) Поступове збільшення природного освітлення від 0 до 1 люкса характеризувалося появою кольорового сприйняття характерних хроматичних тонів зеленого та червоного кольорів. Точне значення не зафіксовано через обмеження, накладені можливостями обладнання.

3) За освітленості в 1 люкс з’явилося зорове відчуття синього кольору.

4) За освітленості в 5 люксів спостерігалось відчуття помаранчевого та інших характерних кольорів видимого діапазону сприйняття електромагнітного випромінювання.

Виходячи з проведених спостережень, можна стверджувати, що діапазон дискретності вимірів в 1 люкс, який наявний у характерних марках люксметрів, для чіткої ілюстративності кольорового та чорно-білого сприйняття занадто грубий. Для сприйняття умов денного освітлення в межах 40 - 500 - 10000 люкс дискретність цілком адекватна.

Ключові слова: люксометр, візуальний контроль, підготовка фахівців.

УДК 620.179.14

ANALYSIS OF NORMATIVE DOCUMENTATION ON THE USE OF ARRAY EDDY CURRENT PROBES

¹⁾Lysenko I., ²⁾Mirchev Y., ¹⁾Kuts Y., ¹⁾Levchenko O.

¹⁾National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine,

²⁾Institute of Mechanics at the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

E-mail: j.lysenko@kpi.ua

Currently, there are not many standards that clearly and comprehensively regulate the use of array probes or the hardware requirements for eddy current nondestructive testing (NDT) that use array probes. This article presents some of them:

1. ASTM International: ASTM E3052 – 16 “Practice for Examination of Carbon Steel Welds Using Eddy Current Array” (ASTM International, the American Society for Testing and Materials, is a non-profit organization that develops standards for materials, products, systems, and services used in various industries worldwide).
2. ASTM International: ASTM E2884 - 17 “Guide for Eddy Current Testing of Electrically Conducting Materials Using Conformable Sensor Arrays”.
3. American Society of Mechanical Engineers (ASME): ASME BPVC Section V, Article 8: “Eddy Current Examination”.
4. ASTM International: ASTM E2905/E2905M - 20 “Practice for Examination of Mill and Kiln Girth Gear Teeth–Electromagnetic Methods”.
5. EN ISO 20339:2017 ”Non-destructive testing – Equipment for eddy current examination – Array probe characteristics and verification” (ISO 20339:2017).

ASTM E3052-16 outlines eddy current NDT of carbon steel welded joints using array probes, detailing requirements for probes, scanning procedures, data processing, and acceptance/rejection criteria. It suggests minimum detectable defect size and control settings but has limitations, including only applying to carbon steel joints and lacking detailed validation guidance. The standard is a practical guide for the testing procedure and result assessment to determine joint suitability [1, 2].

ASTM E2884-17 outlines eddy current testing recommendations using flexible probes for inspecting objects with complex geometries. The standard covers probe positioning, surface preparation, and data analysis. Flexible probes are advantageous for faster and more accurate inspection on various surfaces, but expertise in eddy current testing and specialized equipment is essential for optimal efficiency. This standard is specialized and not applicable to all eddy current testing, and it does not provide equipment or probe recommendations, leading to potential interpretation differences [3, 4].

ASME BPVC Section V, Article 8 provides a general overview of eddy current examination methods, including the use of eddy current probes and techniques for defect detection. Mandatory Appendix IX and X offer specific guidelines for using eddy current arrays to detect surface defects in ferromagnetic and non-ferromagnetic materials, as well as welded connections, respectively. Overall, ASME BPVC Section V Article 8 provides a foundation for eddy current examination, while Mandatory Appendix IX and X provide detailed instructions for using eddy current arrays to detect defects in different materials and welded connections [5].

ASTM E2905/E2905M-20 describes the use of Eddy Current Array (ECA) for electromagnetic inspection of wheelset teeth. ECA probes consist of an array of wires connected to electronic instruments to create strong electromagnetic fields and measure changes in electrical resistance on the surface of the object. This method can detect a wide range of defects such as cracks, corrosive holes, and tooth bends, and is capable of quickly scanning a large surface area, providing high-quality data in a single pass. ASTM E2905/E2905M-20 confirms the possibility of using ECA and

outlines the characteristics and advantages of this method, but the full text of the standard is not available to the general public [6].

EN ISO 20339:2017 sets technical requirements for electromagnetic probes used in surface scanning. It covers probe placement, sensitivity, resolution, measurement range, error management, probe marking, calibration, and testing methods. Its advantage lies in the wide range of applications for electromagnetic probes. However, it lacks instructions for high-speed scanning and deep-seated defect detection in highly conductive materials, and has limited guidance on surface preparation and measurement result interpretation. Compared to similar standards, EN ISO 20339:2017 requires probe validation using samples with defects, making it more practical. It also includes requirements for probe marking and verification. Overall, EN ISO 20339:2017 is important for defining probe characteristics, but may not be sufficient for all practical uses [7].

In summary, the standards discussed provide important guidelines for using alternating current probes for electromagnetic inspection through Eddy Current Array to examine various materials and components. However, some standards may be insufficient in describing the characteristics of alternating current probes for detecting defects in materials with great depth and for operating at high-speed scanning mode.

Keywords: array probes, eddy current nondestructive testing, flexible probes, surface defects, Eddy Current Array, sensitivity, calibration.

References

- [1] ASTM International: ASTM E3052 – 16 “Practice for Examination of Carbon Steel Welds Using Eddy Current Array”.
- [2] I. Lysenko, Y. Kuts, V. Uchanin, A. Protasov, V. Petryk, & A. Alexiev, “Using the Pulsed Eddy Current Techniques for Monitoring the Aircraft Structure Condition”, *Transactions on Aerospace Research*, 2023.
- [3] ASTM International: ASTM E2884 - 17 “Guide for Eddy Current Testing of Electrically Conducting Materials Using Conformable Sensor Arrays”.
- [4] Ю. Ю. Лисенко, Ю. В. Куц, О. Е. Левченко, “Імпульсний вихрострумівий контроль із застосуванням багатоелементних перетворювачів”, на *XXI Міжнар. наук.-техн. конф. Приладобудування: стан і перспективи*, Київ, 2022, с. 207-209.
- [5] American Society of Mechanical Engineers (ASME): ASME BPVC Section V, Article 8: "Eddy Current Examination".
- [6] ASTM International: ASTM E2905/E2905M - 20 “Practice for Examination of Mill and Kiln Girth Gear Teeth—Electromagnetic Methods”.
- [7] EN ISO 20339:2017 "Non-destructive testing — Equipment for eddy current examination — Array probe characteristics and verification (ISO 20339:2017).