

# СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСЕДНИХ ДЕТАЛЕЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ВИХРЕТОКОВОГО КОНТРОЛЯ ПРОПАЯННОСТИ БОКОВЫХ СТенок ТОКОВЕДУЩИХ СОЕДИНЕНИЙ СТАТОРОВ ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ

© 2025 г. Леонид Хонович Коган<sup>1\*</sup>, А.Н. Сташков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Институт физики металлов имени М. Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук, 620108 Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, д. 18*

\* - *lhkogan@imp.uran.ru*

В современных конструкциях статоров гидрогенераторов применяется соединение медных токоведущих стержней с использованием соединительных планок. В таких соединениях необходимо контролировать качество пайки этих планок (боковых стенок) с выводными концами токоведущих стержней. В работе [1] показана возможность контроля пропаянности таких соединений с использованием трансформаторного вихретокового преобразователя с прямоугольными вырезами в полюсах П-образного сердечника. Мешающими факторами при таком контроле являются: изменение в пределах допуска геометрических размеров контролируемых соединений, возможная вариация их электросопротивления и влияние соседних соединений. В работах [2, 3] показаны способы отстройки от первых двух факторов. Целью данной работы является разработка эффективного способа снижения влияния соседних деталей на результаты вихретокового контроля качества пайки боковых стенок токоведущих соединений статоров гидрогенераторов.

Для определения возможности отстройки от влияния соседних соединений использовались два образца: хомут (23,44×50,65×40,0 мм) с медной вставкой, имитирующей нулевую пропаянность боковой стенки; сплошной медный образец (23,57×50,79×40,0 мм), имитирующий стопроцентную пропаянность. Измерения проводились с применением трансформаторного вихретокового преобразователя (ВТП) оригинальной конструкции [1], в прямоугольные вырезы П-образного сердечника которого попеременно помещались образцы. Измерения проводились на двух частотах: 60 и 1460 Гц. Согласно нормативной документации номинальное расстояние между соседними соединениями составляет 37,6 мм и может варьироваться в пределах 3 мм. Соседние детали размещали на расстоянии от 32,6 до 42,6 мм с двух сторон от ВТП. Для уменьшения влияния соседних деталей на результаты контроля ВТП экранировался с внешних сторон с помощью двухслойного экрана из отожженной трансформаторной стали.

При измерении на  $f = 60$  Гц без экрана разность показаний  $\Delta U_{\text{изм}}$  при измерении на этих образцах (в отсутствии соседних деталей) составила  $\Delta U_{\text{изм}} = 176$  мВ. При помещении соседних деталей с двух сторон от ВТП на расстоянии 37,6 мм показания при измерении

на обоих образцах уменьшались на 49 мВ. Аналогично при измерении на  $f = 1460$  Гц  $\Delta U_{\text{изм}} = 84$  мВ, а соседние детали уменьшали показания ВТП на 239 мВ. Установлено, что с помощью оптимизации размеров экрана, его толщины и количества слоев, а также расстояния между ними удалось добиться полной отстройки от влияния соседних соединений на результаты контроля качества пайки.

Таким образом, удалось добиться полной отстройки от влияния соседних соединений на результаты контроля качества пайки. При этом чувствительность измерительной системы ВТП уменьшилась на 27 %, что не является критическим фактором при проведении контроля, а габаритные размеры ВТП практически не изменились.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки РФ для ИФМ УрО РАН.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коган Л.Х., Сташков А.Н., Ничипурук А.П. Повышение достоверности вихретокового контроля качества пайки токоведущих медных соединений и расширение номенклатуры контролируемых соединений в энергетическом оборудовании // Дефектоскопия. 2018. № 11. С. 43–48.
2. Коган Л.Х., Сташков А.Н., Ничипурук А.П. Контроль качества пайки боковых стенок хомутов в токоведущих соединениях электрических машин с учетом влияния их размеров // Дефектоскопия. 2022. № 12. С. 59–69.
3. Kogan L.K., Stashkov A.N. The effect of the electrical resistivity of conductive copper connections on the reliability of testing the soldering quality of clamp side walls by the amplitude eddy current method // Diagnostics, Resource and Mechanics of materials and structures. 2024. V. 5. P. 181–194.