

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ПЕРВИЧНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРИБОРА ДИНАМИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ИНДЕНТИРОВАНИЯ С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМИ КАТУШКАМИ ИНДУКТИВНОСТИ

© 2024 г. Колганов Олег Александрович^{1*}, А. В. Фёдоров^{1**}

¹ – Университет ИТМО, 197101 Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49

* - kolganoff2014@yandex.ru; ** - afedor62@yandex.ru

В настоящее время оценка механических характеристик материалов изделий является актуальной задачей в различных отраслях промышленности. На данный момент для решения данной задачи широкое применение находят безобразцовые методы и портативные средства. Применение этих методов и средств там, где это возможно, снижает конечную стоимость продукции и повышает оперативность контроля. Одним из перспективных методов безобразцового контроля механических свойств материала образцов и изделий является метод динамического инструментального индентирования. Сущность метода заключается в непрерывной регистрации параметров движения индентора в процессе его контактного ударного взаимодействия (КУВ) с испытываемым материалом. В настоящее время для регистрации параметров движения ударника при КУВ применяется магнитоиндукционный метод. Применение этого метода регламентируется ГОСТ Р 56474-2015 [1]. При КУВ магнит, жестко закрепленный с индентором, вызывает изменение магнитного потока при прохождении через катушку индуктивности. При этом, в последней наводится сигнал электродвижущей силы (ЭДС), пропорциональный скорости движения индентора на всем временном интервале его КУВ. Главным требованием к первичным преобразователям прибора ДИИ является линейная зависимость изменения ЭДС от скорости движения магнита. Для повышения линейности изменения скорости движения магнита предлагается применение дифференциальной катушки индуктивности. Преимуществом дифференциальной схемы включения катушки индуктивности для датчика динамического инструментального индентирования заключается в расположении магнита при КУВ, а именно, в процессе КУВ полюса магнита находятся внутри дифференциальной катушки индуктивности. Таким образом, ввиду симметричности конструкции минимизируется зависимость ЭДС наводимой в катушке индуктивности от перемещения магнита при условии, что диапазон перемещений многократно меньше суммарной высоты катушек и лежит в области раздела катушек индуктивности [3].

При движении постоянного магнита через катушку индуктивности возникает ЭДС, которая зависит от множества тесно взаимосвязанных абсолютных параметров. Для упрощения решения данной задачи предлагается перейти к относительным параметрам первичного преобразователя.

Целью данной работы является решение задачи оптимизации значений параметров первичного преобразователя прибора динамического инструментального индентирования с дифференциальных катушек индуктивности.

Рассматривая вопрос оптимизации значений параметров первичного преобразователя, была использована разработанная компьютерная модель, принцип которой заключается в регистрации возникающей в дифференциальной катушке индуктивности ЭДС при пролете постоянного магнита с ускорением свободного падения. Для проведения исследования закономерностей влияния параметров первичного преобразователя на регистрируемый сигнал ЭДС была выполнена оценка максимального значения ЭДС ($ЭДС_{max}$) при изменении параметров дифференциальной катушки индуктивности и постоянного магнита. Согласно разработанному алгоритму определения оптимальных параметров катушки индуктивности проводились исследования по определению значений параметров первичного преобразователя. Для принятых относительных параметров первичного преобразователя и максимального значения ЭДС были построены зависимости. Оптимальные параметры первичного преобразователя определялись по локальным экстремумам полученных зависимостей.

Таким образом, был рассмотрен первичный преобразователь для прибора динамического инструментального индентирования с дифференциальной катушкой индуктивности. Рассмотрен вопрос оптимизации значений параметров первичного преобразователя на основе дифференциальных катушек индуктивности. Построены зависимости относительных параметров первичного преобразователя и максимального значения ЭДС. Определены значения параметров первичного преобразователя для прибора динамического инструментального индентирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 56474-2015 Системы космические. Контроль неразрушающий физико-механических свойств материалов и покрытий космической техники методом динамического индентирования. Общие требования.
2. Крень А.П., Рабцевич А.В., Зинкевич Н.В. Моделирование ударного контакта индентора с нежесткими стальными конструкциями при изменении твердости // Известия национальной академии наук Беларуси. Серия Физико-технических наук. 2017. № 4. С. 38–45.
3. Kolganov O., Egorov R., Ilyinsky A., Khoshev A., Kinzhagulov I., Fedorov A., Lukyanov G. Development of an Algorithm for Calculating the Parameters of the Primary Sensor Transducer for a Dynamic Indentation Device // 7th International Conference on Information, Control, and Communication Technologies (ICCT 2023), 2023. P. 1–5.