

СОЗДАНИЕ ПЛАТЫ СБОРА ДАННЫХ ДАТЧИКА ДИНАМИЧЕСКОГО ИНДЕНТИРОВАНИЯ

Югай В.Э. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук Ильинский А.В. (ИТМО)

Введение. Механические характеристики материалов традиционно являются важнейшими показателями их качества. В последние годы резко возросла потребность достоверной оценки таких характеристик на всем цикле жизнедеятельности изделия, в том числе и в процессе его эксплуатации. При этом, с целью сохранения целостности и эксплуатационных свойств изделия, для ключевых секторов отечественной промышленности интерес представляет применение именно неразрушающего контроля качества. В настоящее время для оценки механических характеристик различных материалов одним из перспективных методов неразрушающего контроля является метод динамического индентирования (ДИ), разработанный в ИПФ НАН Беларуси и регламентированный стандартом ГОСТ Р 56474-2015 [1].

При этом, на сегодняшний день до сих пор отсутствует отечественный аналог прибора ДИ, хотя в последние годы возросло количество работ, посвященных его разработке [2, 3]. Одним из нерешенных на сегодняшний день вопросов в данной области является разработка аппаратной составляющей прибора, а именно платы сбора данных с датчика ДИ, создание которой станет важным недостающим элементом на пути к обеспечению эффективности, точности и стабильности процесса сбора данных с датчика ДИ.

Целью настоящего исследования была разработка платы сбора данных датчика ДИ для последующей ее интеграции в первый отечественный прибор динамического индентирования.

Основная часть. Прибор ДИ в последние годы нашел широкое применение в отечественной промышленности. В основе метода ДИ лежит непрерывная регистрация процесса ударного локального контактного взаимодействия индентора с испытываемым материалом, а именно регистрация текущей скорости движения индентора [4].

Первичный преобразователь датчика прибора выполняет функцию преобразования движения индентора в электрический сигнал. Основным требованием к получаемому первичному сигналу является линейность в участках активной и пассивной фаз этапов контактного взаимодействия. Иными словами, необходимо достичь линейной зависимости амплитуды сигнала от скорости движения индентора.

На данный момент недостаточно проработана техническая часть процесса регистрации и обработки исходного сигнала магнитоиндукционного преобразователя в методе ДИ. Точное измерение параметров индентирования становится решающим фактором для последующей оценки механических характеристик материалов.

В данной разработке предлагается использование современной базы электронных компонентов, включая последние модели аналого-цифровых преобразователей (АЦП), программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и других ключевых элементов.

Важными критериям выбора АЦП являются его частота дискретизации и низкий уровень шумов. Это способствует повышению качества сигнала и обеспечивает высокую точность при измерении электродвижущей силы (ЭДС). Установлено, что использование АЦП с $F_{\text{ант}} > 30 \text{ МГц}$ позволяет добиться фазовых искажений не более 1% и уменьшение амплитуды высокочастотного шума до 20% [5].

ПЛИС выступает в роли инструмента для приема цифрового сигнала. Гибкость и программируемость ПЛИС позволяют адаптировать логику обработки данных под различные сценарии работы. Благодаря интеграции различных функциональных блоков в ПЛИС достигается высокая эффективность и быстроедействие в обработке сигналов в режиме реального времени. Одним из критериев выбора также являлось оптимизированная работа в

условиях низкого энергопотребления, что делает ее хорошим выбором для батарейных устройств. Данные отличительные особенности подчеркивают актуальность данной ПЛИС для разработки портативного прибора ДИ.

Выводы. В рамках работы была предложена электрическая схема платы сбора данных датчика ДИ, составлен перечень используемых элементов, созданы библиотеки условных графических обозначений и посадочных мест компонентов, выполнена трассировка платы, с учетом соблюдения правил трассировки для обеспечения электрических характеристик, изготовлена плата сбора данных датчика ДИ.

Список использованных источников:

1. ГОСТ Р 56474-2015 Системы космические. Контроль неразрушающий физико-механических свойств материалов и покрытий космической техники методом динамического индентирования. Общие требования.
2. Kolganov O., Egorov R., Ilyinsky A., Khoshev A., Kinzhagulov I., Fedorov A. Development of the Design of the Sensor and the Elements of Software Data Processing of the Dynamic Indentation Device // 2022 International Conference on Information, Control, and Communication Technologies (ICCT) - 2022, pp. 1-5.
3. Колганов О.А., Ильинский А.В., Егоров Р.А., Хошев А.Е., Федоров А.В. Дифференциальное включение катушек индуктивности для регистрации параметров движения ударника при динамическом индентировании // Известия высших учебных заведений. Приборостроение - 2023. - Т. 66. - № 1. - С. 74-80.
4. 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.
5. Егоров Р.А. Разработка алгоритмического и программно-технического обеспечения первичной обработки сигнала при динамическом индентировании : Специальность 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» : Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук / Егоров Роман Александрович ; Университет ИТМО. - Санкт-Петербург, 2021. – 254с.