

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра информатики и компьютерных систем

Аннотация к дипломной работе

**«Программно-аппаратный модуль для измерения параметров чугуна в
изделиях»**

Чеплюков Арсений Андреевич

Научный руководитель — доцент Стецко И. П.

Минск, 2024

РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 71 страниц, 25 рисунков, 21 источник, 3 приложения.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ, АКУСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЧУГУНА, ВРЕМЕННОЙ МЕТОД УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ, МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ, АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ЧУГУНА, ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ЗВУКА В ЧУГУНЕ, АМПЛИТУДНО-ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, НЕЛИНЕЙНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В МАТЕРИАЛАХ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И СВОЙСТВ ЧУГУНА, ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС, НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Цель работы – разработка высокоэффективного программно-аппаратного модуля, предназначенного для неразрушающего контроля параметров чугуна с использованием ультразвуковых методов.

Для достижения поставленной цели использовались следующие методы:

- теоретическое моделирование: разработаны алгоритмы преобразования временных интервалов и математические модели, описывающие распространение ультразвуковых волн в чугуне;
- схемотехническое проектирование: создана структурная схема преобразователя временных интервалов и выбрана элементная база;
- программирование микроконтроллера: написано и отлажено программное обеспечение для микроконтроллера STM32, обеспечивающее генерацию, приём и обработку ультразвуковых сигналов.

Основные результаты:

- разработана структурная схема преобразователя временных интервалов, включающая в себя высоковольтный усилитель для генерации ультразвуковых импульсов;
- проведено моделирование работы устройства, показавшее его эффективность при различных параметрах материала;
- разработано программное обеспечение для микроконтроллера, обеспечивающее точное измерение параметров ультразвуковых сигналов и их дальнейший анализ;

- произведена интеграция аппаратной и программной частей, обеспечивающая надёжную и стабильную работу модуля.

Разработанный программно-аппаратный модуль позволяет эффективно проводить неразрушающий контроль параметров чугуна, обеспечивая высокую точность измерений и надёжность работы. Модуль может быть использован в различных областях промышленности для контроля качества материалов и выявления дефектов.

Результаты работы опубликованы и доложены на III Международной научно-практической конференции «Компьютерные технологии и анализ данных (CTDA'2022, Минск, 21–22 апреля 2022 года) и на 79-й научной конференции студентов и аспирантов Белорусского государственного университета (Минск, 10–21 мая 2022 года).

РЭФЕРАТ

Дыпломная работа: 71 старонка, 25 малюнкаў, 21 крыніца, 3 дадатка.

УЛЬТРАГУКАВАЯ ДЭФЕКТАСКАПІЯ, АКУСТЫЧНЫЯ ПАРАМЕТРЫ ЧЫГУНУ, ЧАСОВЫЙ МЕТАД УЛЬТРАГУКАВОГА КАНТРОЛЮ, ПЕРАЎТВАРАЛЬНІК ЧАСОВЫХ ІНТЭРВАЛАЎ, МИКРАКАНТРОЛЕРНАЕ КІРАВАННЕ, ЛІЧБАВАЯ АПРАЦОЎКА УЛЬТРАГУКАВЫХ СІГНАЛАЎ, АНАЛІЗ СТРУКТУРЫ ЧЫГУНУ, ВЫМЯРЭННЕ ХУТКАСЦІ ГУКУ Ў ЧЫГУНЕ, АМПЛІТУДНА-ЧАСОВЫЯ ХАРАКТАРЫСТЫКІ, НЕЛІНЕЙНАЯ УЛЬТРАГУКАВАЯ ДЫЯГНОСТЫКА, АЎТАМАТЫЗАЦЫЯ ТЭХНАЛАГІЧНАГА КАНТРОЛЮ, МАДЭЛЯВАННЕ ПРАЦЭСАЎ У МАТЭРЫЯЛАХ, АЦЭНКА ЯКАСЦІ І УЛАСЦІВАСЦЯЎ ЧЫГУНУ, ПРАГРАМНА-АПАРАТНЫ ВЫМЯРАЛЬНЫ КОМПЛЕКС, НЕРАЗБУРАЮЧЫ КАНТРОЛЬ ЛІЦЕЙНАЙ ВЫТВОРЧАСЦІ

Мэтай дадзенай працы з'яўляецца распрацоўка высокаэфектыўнага праграмна-апаратнага модуля, прызначанага для неразбуральнага кантролю параметраў чыгуну з выкарыстаннем ультрагукавых метадаў.

Для дасягнення пастаўленай мэты выкарыстоўваліся наступныя метады:

- Тэарэтычнае мадэляванне: распрацаваны алгарытмы пераўтварэння часовых інтэрвалаў і матэматычныя мадэлі, якія апісваюць распаўсюджванне ультрагукавых хваль у чыгуне.
- Схематэхнічнае праектаванне: створана структурная схема пераўтваральніка часовых інтэрвалаў і абраная элементная база.
- Праграмаванне мікракантролера: напісана і адладжана праграмнае забеспячэнне для мікракантролера STM32, якое забяспечвае генерацыю, прыём і апрацоўку ультрагукавых сігналаў.

Асноўныя вынікі:

1. Распрацавана структурная схема пераўтваральніка часовых інтэрвалаў, якая ўключае ў сябе высакавольтны ўзмацняльнік для генерацыі ультрагукавых імпульсаў.
2. Праведзена мадэляванне працы прылады, якое паказала яго эфектыўнасць пры розных параметрах матэрыялу.
3. Распрацавана праграмнае забеспячэнне для мікракантролера, якое забяспечвае дакладнае вымярэнне параметраў ультрагукавых сігналаў і іх далейшы аналіз.
4. Праведзена інтэграцыя апаратнай і праграмнай частак, якая забяспечвае надзейную і стабільную працу модуля.

Распрацаваны праграма-апаратны модуль дазваляе эфектыўна праводзіць неразбураючы кантроль параметраў чыгуну, забяспечваючы высокую дакладнасць вымярэнняў і надзейнасць працы. Модуль можа быць выкарыстаны ў розных галінах прамысловасці для кантролю якасці матэрыялаў і выяўлення дэфектаў.

Вынікі працы апублікаваныя і дакладзены на 79-й навуковай канферэнцыі студэнтаў і аспірантаў Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта, якая праходзіла ў Мінску 10-21 мая 2022 года, а таксама на III Міжнароднай навукова-практычнай канферэнцыі "Камп'ютарныя тэхналогіі і аналіз дадзеных (CTDA'2022)", якая прайшла ў Мінску 21-22 красавіка 2022 года.

ABSTRACT

Diploma thesis: 71 pages, 25 figures, 21 sources, 3 appendices.

ULTRASONIC FLAW DETECTION, ACOUSTIC PARAMETERS OF CAST IRON, TIME METHOD OF ULTRASONIC CONTROL, TIME INTERVAL CONVERTER, MICROCONTROLLER CONTROL, DIGITAL PROCESSING OF ULTRASONIC SIGNALS, ANALYSIS OF CAST IRON STRUCTURE, MEASUREMENT OF SOUND VELOCITY IN CAST IRON, AMPLITUDE-TIME CHARACTERISTICS, NONLINEAR ULTRASONIC DIAGNOSTICS, AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL CONTROL, MODELING OF PROCESSES IN MATERIALS, ASSESSMENT OF QUALITY AND PROPERTIES OF CAST IRON, HARDWARE AND SOFTWARE MEASURING COMPLEX, NON-DESTRUCTIVE TESTING OF FOUNDRY PRODUCTION

The purpose of this work is to develop a highly efficient hardware and software module designed for non-destructive testing of cast iron parameters using ultrasonic methods.

The following methods were used to achieve this goal:

- Theoretical modeling: Algorithms for converting time intervals and mathematical models describing the propagation of ultrasonic waves in cast iron have been developed.
- Circuit design: A block diagram of the time interval converter has been created and the element base has been selected.
- Microcontroller programming: The software for the STM32 microcontroller has been written and debugged, providing generation, reception and processing of ultrasonic signals.

Main results:

- A block diagram of a time interval converter has been developed, which includes a high-voltage amplifier for generating ultrasonic pulses.
- The simulation of the device operation was carried out, which showed its effectiveness at various material parameters.
- Software has been developed for the microcontroller, which provides accurate measurement of the parameters of ultrasonic signals and their further analysis.

- Hardware and software parts have been integrated to ensure reliable and stable operation of the module.

The developed hardware and software module make it possible to effectively carry out non-destructive testing of cast iron parameters, ensuring high measurement accuracy and reliability of operation. The module can be used in various industries to control the quality of materials and identify defects.

The results of the work were published and reported at the 79th scientific conference of students and postgraduates of the Belarusian State University, held in Minsk on May 10-21, 2022, as well as at the III International Scientific and Practical Conference "Computer Technologies and Data Analysis (CTDA'2022)", held in Minsk on April 21-22, 2022.