

МЕТАЛЛОДЕТЕКТОР ДЛЯ КОРМО- И ЗЕРНОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ

В. В. Змиевский, Е. Д. Цыкунов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: В. А. Карпов, Л. А. Захаренко, А. Е. Запольский

Рассмотрено применение аналогового и цифрового методов обработки сигналов трансформаторного металлодетектора.

Ключевые слова: металлодетектор, измерительный преобразователь, электронный блок обработки сигналов, электромагнитный датчик, кормоуборочная техника, микроконтроллер, цифровая обработка сигналов.

Аналоговая обработка сигнала с металлодетектора производится с помощью измерительного преобразователя [1].

Одним из этапов подготовки к выделению полезного сигнала с детекторной обмотки датчика является вычитание из него синфазного синусоидального сигнала с такой же амплитудой, как и у сигнала с детекторной обмотки. Синфазный синусоидальный сигнал можно взять сразу после усилителя мощности, а для качественной корректировки скомпенсированного сигнала на схему компенсации должен приходить сигнал с наименьшим количеством шумов и минимальным дрейфом по амплитуде.

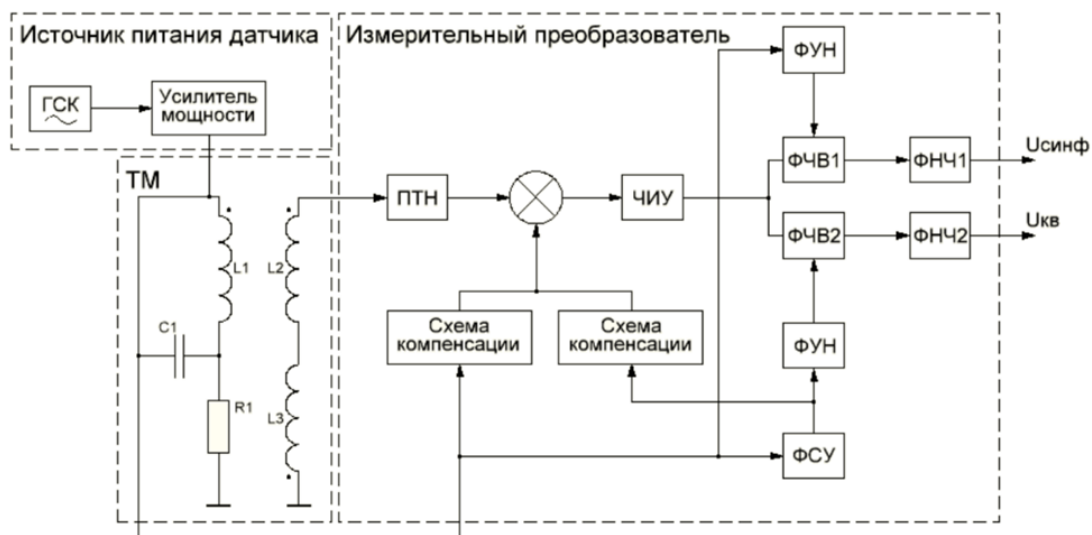


Рис. 1. Структурная схема измерительного преобразователя металлодетектора

С помощью частотно-избирательного усилителя (ЧИУ) выделяется и усиливается гармоника полезного сигнала. После этого сигнал поступает на фазочувствительный выпрямитель (ФЧВ), где в зависимости от фазы управляющего сигнала выделяет синфазную составляющую, при реакции на ферромагнетик, или, квадратурную составляющую, при реакции на диамагнетик. Фильтр низших частот (ФНЧ) отсеивает помехи и пропускает первую гармонику полезного сигнала.

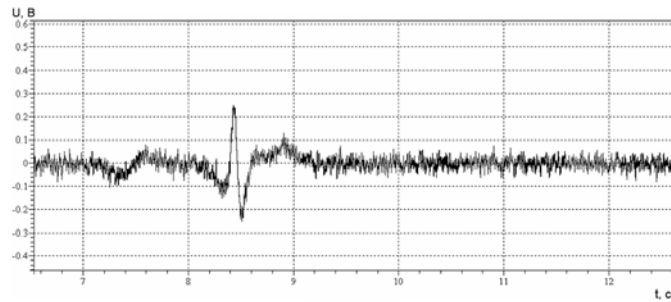


Рис. 2. Реакция на детектирование ферромагнетика (выход с ФЧВ)

Цифровая обработка сигнала с металлодетектора производится с помощью цифро-аналоговой схемы [4].

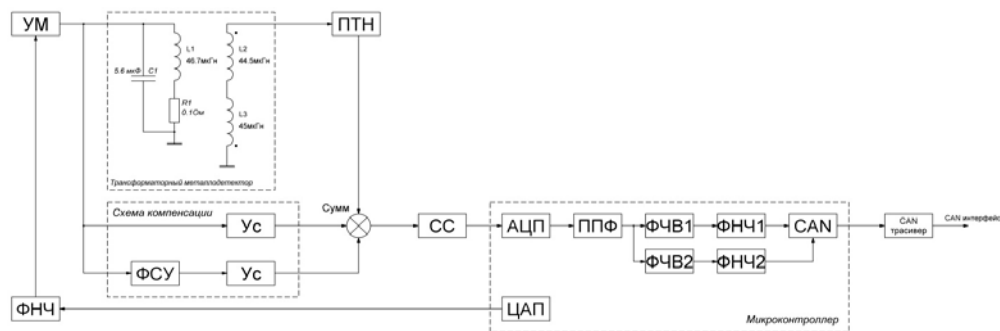


Рис. 3. Структурная схема блока обработки сигналов датчика металлодетектора

Микроконтроллер с помощью ЦАП (в данном случае – ШИМ-модуляции) и ФНЧ формирует синусоидальный сигнал, после чего сигнал смещается и усиливается. Выходным сигналом усилителя мощности (УМ) питается возбуждающая катушка металлодетектора. К выходу встречно включенных сигнальных обмоток подключен преобразователь напряжение-ток (ПНТ). Сигнал с выхода ПНТ суммируется с сигналами схемы компенсации и подается на вход схемы сдвига (СС), которая приводит выходной сигнал сумматора к типовым значениям 0–3,3 В, необходимых для корректной работы АЦП микроконтроллера. АЦП с частотой дискретизации 100 кГц формирует отсчеты. Далее эти отсчеты обрабатываются полосно-пропускающим фильтром (ППФ), фоточувствительными фильтрами (ФЧВ1, ФЧВ2), фильтрами нижних частот (ФНЧ1, ФНЧ2).

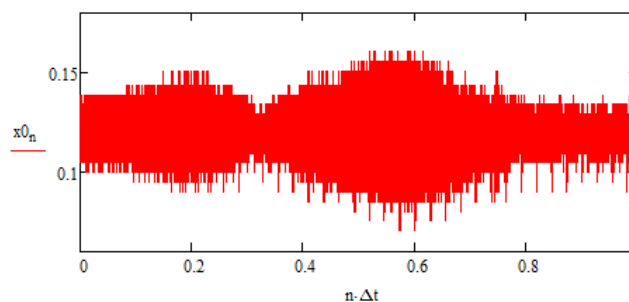


Рис. 4. Выходной сигнал сумматора

Было проведено математическое моделирование работы микроконтроллера [3]. Для проведения модуляций был взят сигнал на выходе сумматора аналоговой схемы измерительного преобразователя.

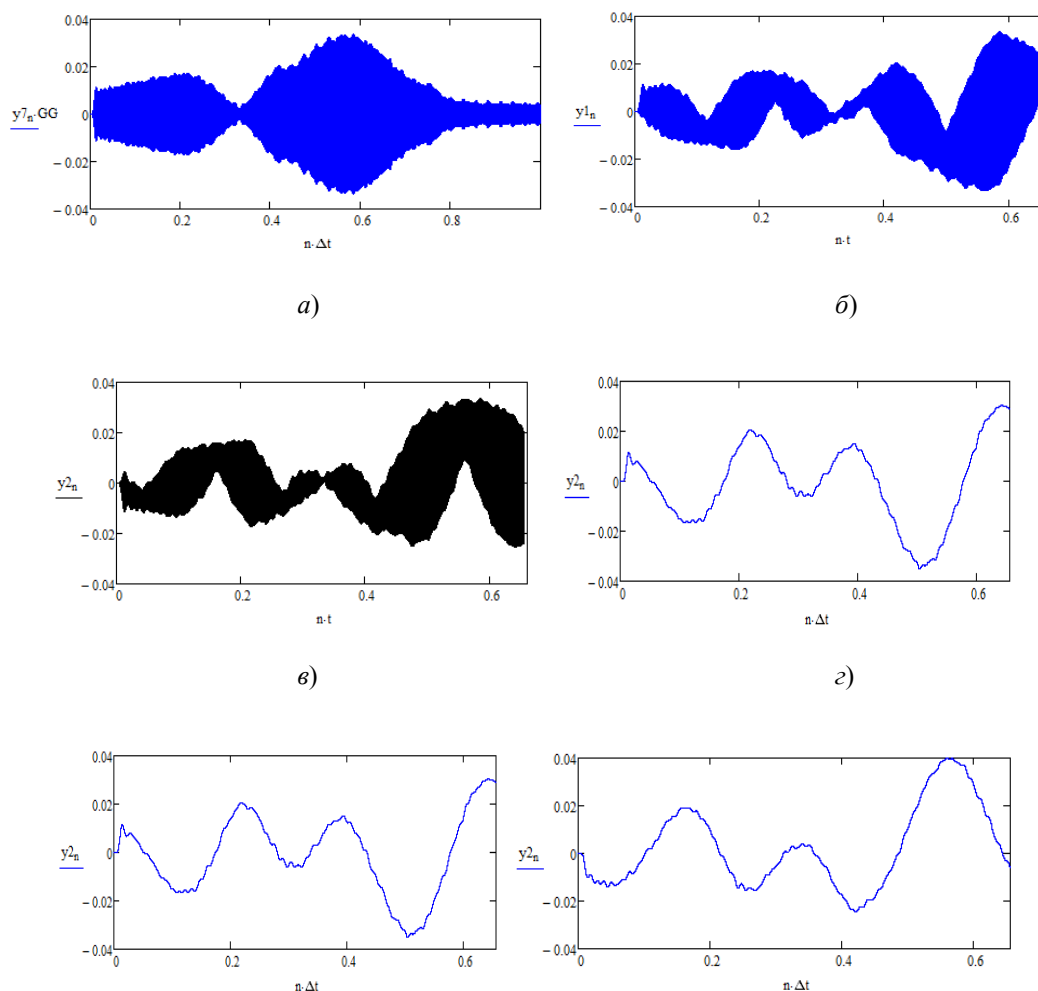


Рис. 5. Выходной сигнал с различных узлов схемы блока обработки сигналов датчика металлодетектора:

a – выходной сигнал ППФ; *б* – выходной сигнал ФЧВ; *в* – выходной сигнал ФЧВ2; *г* – выходной сигнал ФНЧ1; *д* – выходной сигнал ФНЧ2

Моделирование работы микроконтроллера по узлам схемы блока обработки сигналов датчика металлодетектора, полностью копирующего аналоговый измерительный преобразователь, приведена на рис. 5.

Литература

1. Карпов, В. А. Преобразовательная техника: методические указания к курсовому проектированию / В. А. Карпов, О. М. Росткина. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – 43 с.
2. Кузнецов, А. И. Электромагнитные датчики и методы обработки сигналов / А. И. Кузнецов. – Минск : Технопринт, 2018.
3. Сидоров, В. Н. Цифровая обработка сигналов : учеб. пособие / В. Н. Сидоров. – М. : Горячая линия – Телеком, 2020.
4. Иванов, П. П. Электронные измерительные преобразователи: теория и практика / П. П. Иванов, С. С. Петров. – СПб. : Питер, 2017.