

под ред. Н.А.Спирина. – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 558 с. Электронный научный архив УрФУ (полная версия), URL: <http://hdl.handle.net/10995/27839>.

4. Спири́н Н.А. Оптимизация и идентификация технологических процессов в металлургии: учебное пособие / Н.А. Спири́н, В.В. Лавров, С.И. Паршаков, С.Г. Денисенко; под ред. Н.А. Спирина. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2006. – 311 с.

5. Программные средства решения задач оптимизации в информационно-моделирующих системах / И.А. Гури́н, В.В. Лавров, Н.А. Спири́н // Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве): AS'2022: труды Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) 15–16 декабря 2022 г., Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: изд. центр СибГИУ, 2022. – 417 с.: ил. С. 348–354.

6. Микросервисы и контейнеры Docker / П.С. Кочер. – М.: ДМК-Пресс, 2019. – 240 с.

УДК 621.762

А. А. Ившин, Е. А. Девятых, В. В. Лавров

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ ЗАДАННЫХ РАЗМЕРОВ

Аннотация. Рассмотрено проектирование схемы автоматизации технологического процесса установки получения мелкодисперсных металлических порошков заданных размеров. Рассмотрены программные математические функции получения прямоугольного сигнала. Определена основная проблема получения прямоугольного выходного управляющего сигнала для управления проектируемой установкой.

Ключевые слова: автоматизация, функциональная схема, проектирование, мелкодисперсные металлические порошки, контроллер, АСУ, рабочий режим.

Annotation. The design of an automation scheme for the technological process of an installation for obtaining finely dispersed metal powders of specified sizes is considered, software mathematical functions for obtaining a rectangular signal are considered, the main problem of obtaining a rectangular output control signal for controlling the projected installation is determined.

Key words: automation, functional diagram, design, fine metal powders, controller, automated control system, operating mode.

В современном мире проблема получения металлических порошков заданных размеров является актуальной и востребованной. Мелкодисперсные металлические порошки широко применяются в различных отраслях промышленности, таких как аэрокосмическая, автомобильная, медицинская, энергетическая и других.

Процесс изготовления металлических порошков требует разработки системы автоматизации для обеспечения высокой точности регулирования параметров технологического процесса и получения заданных характеристик порошка. Система автоматизации предназначена для реализации функций автоматизированного управления технологическим процессом, а также для эффективной защиты и своевременной остановки технологического процесса при угрозе аварии и ее локализации по заданным алгоритмам. В связи с этим, проектирование схемы автоматизации установки получения мелкодисперсных металлических порошков заданных размеров представляет собой сложную и актуальную задачу [1].

Одной из основных задач разработки системы автоматизации получения мелкодисперсных металлических порошков заданных размеров является правильный выбор входных коэффициентов уравнения управления логическим программируемым контроллером.

Главными параметрами для пользователя установки будут размер получаемого порошка и тип металла. Целью разработки системы является подбор экспериментальным путём необходимых входных коэффициентов (параметров) для получения необходимых размеров порошка и упрощение взаимодействия пользователя с установкой.

Для реализации проекта выбран контроллер Arduino UNO. Микроконтроллерная плата с открытым исходным кодом, основанная на микроконтроллере Microchip ATmega328P (MCU) и разработанная Arduino.cc [2]. Плата микроконтроллера оснащена наборами контактов цифрового и аналогового ввода-вывода (I/O), которые могут быть подключены к различным платам расширения (экранам) и другим схемам. Плата имеет 14 контактов цифрового ввода-вывода (шесть из них поддерживают ШИМ-выход), 6 аналоговых выводов ввода-вывода и программируется с помощью Arduino IDE (интегрированной среды разработки) через USB-кабель типа B. Данный контроллер позволяет работать с управлением аналоговыми устройствами и тестировать реализацию управления устройствами программным кодом на доступных компонентах, которые имеются в наличии при разработке.

Для изменения параметров ввода данных имеются два аналоговых энкодера, подключенных по 3-х проводной схеме, также имеется дисплей, на котором выводятся режимы работы установки. Схема тестового блока автоматизации представлена на рисунке 1.

Программное обеспечение системы предусматривает корректировку следующих параметров для опытного использования во время проведения экспериментов:

1. Выбор периодов работы (продолжительность периода в часах).
2. Выбор типа металла.
3. Выбор частоты электрических колебаний после трансформатора.
4. Выбор показателя силы тока.

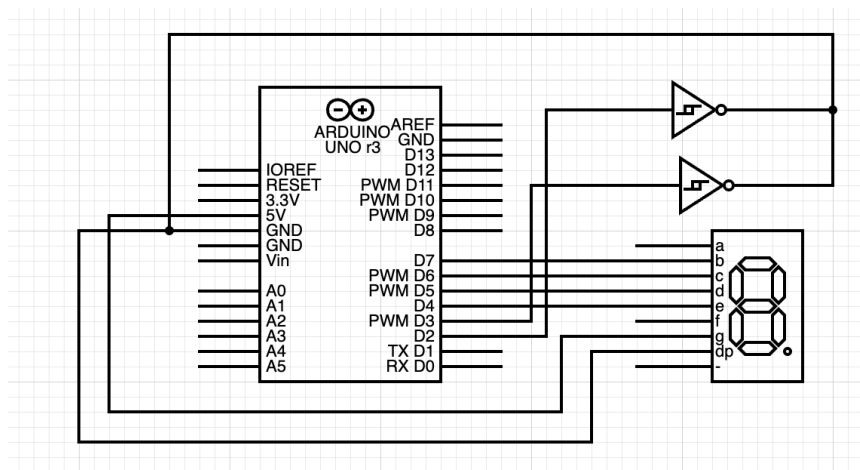


Рис. 1. Схема тестового блока автоматизации

Для работы установки по получению мелкодисперсных порошков необходимо получать прямоугольный сигнал, представленном на рисунке 2 в упрощённом виде, заданного периода воздействия и амплитуды, а также задать общее времени воздействия на материал.

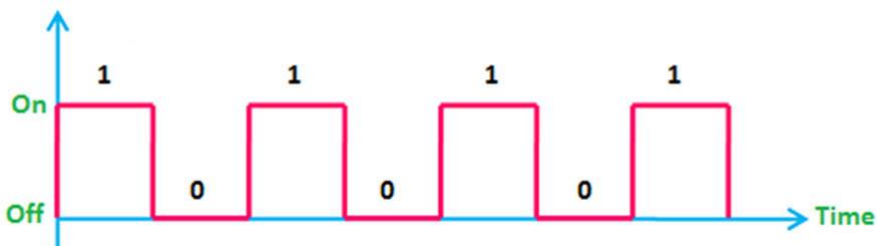


Рис. 2. График прямоугольного сигнала в упрощённом виде

Изучив математические функции и спецификация контроллера были рассмотренные следующие варианты:

- *Генерация с помощью функция `tone()`.* В ядре Arduino использована встроенная функция для полуаппаратной генерации квадратного сигнала – `tone(pin, frequency, duration)`, где:

- `pin` – цифровой пин, с которого будет генерироваться сигнал;
- `frequency` – частота в Герцах. Диапазон 31. 65'535 Гц;
- `duration` – продолжительность сигнала в миллисекундах.

Но есть особенности:

- генерация является полуаппаратной;
- генерация работает только на одном пине в один момент времени, причём для включения генерации на другом пине нужно сначала отключить текущую генерацию, то есть вызвать.

- *Широтно-импульсная модуляция.* Аппаратный таймер позволяет генерировать квадратный сигнал аппаратно и полностью асинхронно работе остального кода, не тратя ни такта процессорного времени: время считается самим таймером. Для генерации ШИМ сигнала в среде Arduino имеется функция «`analogWrite(pin, duty)`». Частоты полученного сигнала, то Arduino настраивает таймеры так, что частота в зависимости от таймера может быть 490 или 980 Гц. Частоту можно изменить с довольно большим шагом.

Вторая функция является более подходящей для работы установки, так как снижает вычислительную нагрузку на контроллер и позволяет вариативно запускать программный код на разном оборудовании, для подбора оптимального комплекса [3].

Используя широтно-импульсная модуляция в компьютерной симуляции работы программного кода показывает идеальный график прямоугольного сигнала, который представлен на рисунке 3 [4].

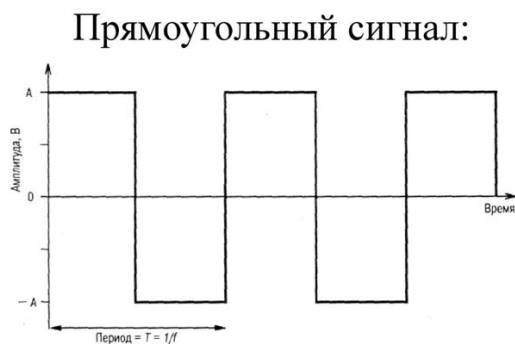


Рис. 3. График прямоугольного сигнала

При начале тестирования программного кода на тестовом стенде с подключением осциллографа был получен график, который представлен на рисунке 3. Сигнал начал изменять свой вид под действием внешних факторов в виде подобранных электронных компонентов и внешних электромагнитных излучений.

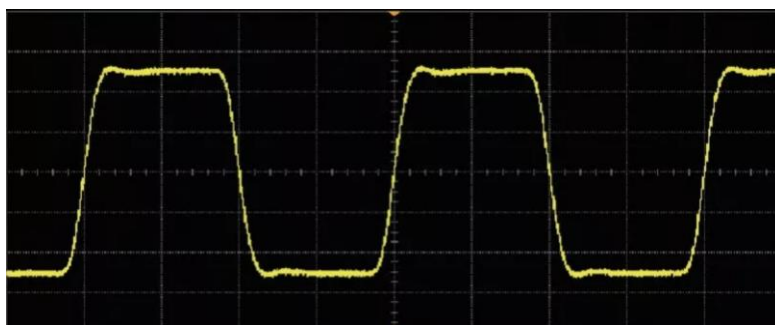


Рис. 4. График прямоугольного сигнала

Проведя ряд экспериментов, были подобраны компоненты системы, которые позволили подобрать тестовые выходные коэффициенты для получения прямоугольного сигнала нужной формы.

На основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что проектирование схемы автоматизации установки получения мелкодисперсных металлических порошков заданных размеров имеет большое практическое значение для промышленности и имеет новый принцип управления установкой. Эффективная автоматизированная система позволяет улучшить качество и параметры порошка, повысить производительность и снизить эксплуатационные расходы.

Дальнейшее развитие исследований в этой области может способствовать созданию более эффективных и точных систем получения металлических порошков.

Список использованных источников

1. Технология неорганических порошковых материалов и покрытий функционального назначения / Ю.П. Удалов, А.М. Германский, В.А. Жабреев [и др.]. – СПб.: Янус, 2001. – 428 с.
2. Ревич Ю.В. Азбука электроники. Изучаем Arduino. – М.: «АСТ, Кладезь», 2017. – 224 с.
3. Саженов В.С. Системы автоматического управления на основе программируемых логических контроллеров. – М.: Юрайт, 2008. – 81 с.
4. Щагин А.В., Бодрова А.А., Логвин В.И. Основные методы широтно-импульсной модуляции. – Уфа: ООО «ОМЕГА САЙНС»: Международный научный журнал «Символ науки», 2015. – 69 с.

УДК 004.42

В. С. Калинин, К. А. Щипанов

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПЛАНОВОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Доклад описывает разработку программного обеспечения для расчета плановой себестоимости продукции на производственном предприятии. Оно включает в себя следующие основные функции: ведение справочников, включая оргструктуру предприятия, материалы, статьи затрат и другие; планирование затрат и объемов производства; расчет плановой себестоимости различных видов продукции; создание отчетов; настройка и изменение отчетных форм. Основные разделы программы включают «Главный раздел», «Справочники», «Планирование» и «Расчет себестоимости». Разработанное программное обеспечение позволит существенно сократить время на расчет плановой себестоимости продукции.

Ключевые слова: программное обеспечение, себестоимость, планирование.

Abstract. The report describes the development of software for calculating the planned cost of production at a manufacturing enterprise. It includes the following main functions: maintaining reference books, including the organizational structure of the enterprise, materials, cost items and others; planning costs and production volumes; calculating the planned cost of various types of products; creating reports; configuring and changing reporting forms. The main sections of the program include the «Main Section», «Reference Books», «Planning» and «Cost calculation». The developed software will significantly reduce the time for calculating the planned cost of production.

Key words: software, production cost, planning.