

УДК 519.686

## СТЕНД ОТЛАДКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ УСТАНОВКИ MPC ONE

Полина Андреевна Ежова <sup>(1)</sup>, Артем Дмитриевич Павленко <sup>(2)</sup>

*Студент 3 курса бакалавриата <sup>(1)</sup>, магистр 1 курса <sup>(2)</sup>,  
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»  
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: Д.Д. Васильев,  
старший преподаватель кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

Плазменная обработка необходима во многих отраслях промышленности. Например, в медицинской и полупроводниковой областях чистые поверхности необходимы для обеспечения высокой адгезии. Плазменный метод позволяет добиться высокого уровня чистоты поверхности, являясь более экологичным методом по сравнению с другими [1]. На кафедре «Электронные технологии в машиностроении» МГТУ им. Н.Э. Баумана разработана установка обработки изделий в плазме низкого давления MPC One (Multi Plasma Cleaner One) [2].

Установка MPC One предполагает управление оборудованием и процессами с помощью программного обеспечения (ПО). Верификацию ПО можно проводить непосредственно на установке или с помощью стенда отладки. При этом второй метод имеет ряд преимуществ таких, как локализованное тестирование кода, возможность проверки работы программы при экстренных ситуациях, отсутствие возможности выхода из строя частей установки. Также достоинством является сокращение суммарного времени на разработку оборудования, в связи с возможностью параллельно реализовывать установку и разрабатывать ПО. Таким образом, целью данной работы является разработка стенда отладки ПО.

Реализация автоматической системы управления для установки MPC One предполагает обработку входных (контролирующих) и выходных (управляющих) сигналов. На вход программируемому логическому контроллеру (ПЛК) от датчиков поступает информация о текущих значениях параметров, характеризующих ход технологического процесса. На установке MPC One требуется реализовать обработку дискретных и аналоговых контролирующих и управляющих сигналов. Входящий дискретный сигнал необходим для получения информации о температуре генератора, при превышении которой сработает термозащита. Входящий аналоговый сигнал передаёт значения реального потока газа в камеру, реальной и отраженной мощности генератора, текущего давления в вакуумной камере и положения шагового двигателя. Компьютер в соответствии с программным кодом обрабатывает поступившую информацию и выдает оператору значения. Оператор определяет управляющие воздействия, необходимые для оптимального проведения технологического процесса. Дискретные управляющие сигналы регулируют включение и выключение вакуумного насоса, генератора, открытие и закрытие регуляторов расхода газа (РРГ) и клапанов, настраивают параметры шагового двигателя. Выходящий аналоговый сигнал задаёт поток газа в камеру и мощность генератора.

Для проверки правильности обработки сигналов составлен стенд отладки, включающий следующие компоненты: Raspberry Pi, ADS1115, MCP4725, монитор, макетную плату, соединительные провода, светодиод, кнопку, потенциометр, вольтметр.

Raspberry Pi - это название серии одноплатных компьютеров, которые используются для обучения программированию, создания аппаратных проектов и

применяются в промышленных приложениях. У Raspberry Pi нет встроенных аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и цифро-аналогового преобразователя (ЦАП), поэтому используются внешние ADS1115 и MCP4725 соответственно.

Задачей стенда для разработки и отладки ПО является реализация способов контроля и управления сигналами без использования исполнительных механизмов. Необходимые для установки MPC One входные и выходные сигналы подразделяются на четыре типа, описанных ранее. В связи с этим разработаны четыре схемы для обработки разных типов сигналов. Отладка дискретного контроля реализуется с помощью кнопки, меняя положение которой мы моделируем дискретные сигналы, поступающие с устройств. Значение аналогового контролирующего сигнала получено с помощью потенциометра, меняя сопротивление которого, получаем требуемую функцию напряжения от времени. Обработка управляющего дискретного сигнала представлена в виде включения или выключения светодиода, в зависимости от действий оператора. Проверка сигнала аналогового управления реализована с помощью вольтметра, сравнивая значения, задаваемые оператором и выдаваемые вольтметром, можно прийти к выводу о правильности реализации ПО.

Таким образом, создан стенд отладки ПО для установки MPC One, разработаны программы, обрабатывающие управляющие и контролируемые сигналы.

## Литература

1. Plasma cleaning of surfaces // *A. Belkind and S. Gershman.*-Vacuum Technology and Coating. 2008. С. 1-11.
2. Установка обработки плазмой низкого давления MPC One // *Я.Г. Рыбальченко, А.Д. Павленко, Д.Д. Васильев, К.М. Мусеев.*- «Вакуумная наука и техника» Материалы XXV научно-технической конференции с участием зарубежных специалистов под редакцией доктора технических наук, профессора С.Б. Нестерова. М.: НОВЕЛЛА. 2018 – С.132–137