

УДК 62-932.4

П.В. ПОВАЛЯЕВ, аспирант гр. А1-48 (ТПУ)
Научный руководитель А.Я. ПАК, к.т.н., доцент (ТПУ)
г. Томск

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ЦИКЛА ПЛАЗМЕННОГО ДУГОВОГО РЕАКТОРА

В связи с активным увеличением количества твердых бытовых отходов (ТБО) возникает необходимость в поиске оптимального метода их утилизации. Сжигание – наиболее отработанный и распространенный в мировой практике метод переработки ТБО [1]. При всех преимуществах данного метода, такой процесс приводит к выделению большого количества золошлаковых материалов, относящихся к типу сложноутилизируемых отходов. Утилизация золы требует больших затрат энергоресурсов и времени, однако, обработка золы в плазмохимическом реакторе электроразрядной плазмой позволяет остекловывать сырье, а также в ряде случаев позволяет получать различные материалы с добавочной стоимостью в процессе переработки, при минимальных затратах. Систематизация характеристик полученных материалов напрямую зависит от повторяемости экспериментов и регистрации параметров как исходных, так и в момент протекания синтеза. Поэтому важной частью работы, при создании системы автоматизации плазменного дугового реактора, является разработка алгоритмов работы системы регистрации данных.

В настоящей работе представлены результаты разработки и апробации алгоритмического обеспечения лабораторного плазменно-дугового реактора.

Алгоритмическое обеспечение создавалось для существующей системы автоматизации лабораторного атмосферного плазменного дугового реактора, в данной системе реализованы следующие функции:

- Регистрация тока и напряжения.
- Сбор и архивирование данных.
- Позиционирование электрода в зоне реакции.

Регистрацию тока в установке обеспечивает датчик тока, основанный на эффекте Холла, марки CSLA1DJ. Такой тип датчиков имеет выход по напряжению 0 – 6 В, и возможностью регистрации тока до 225 А. На основе омического делителя напряжения реализован сбор данных о напряжении на электродах. При реализации делителя учитывались максимально допусти-

мые характеристики входов контроллера, таким образом выход с омического делителя имеет диапазон от 0 В до 5 В, с максимально допустимым напряжением на электродах 100 В. Также в состав цепей регистрации, с целью подавления шумов на входе регистрирующих устройств, были включены емкостные фильтры.

Сбор данных и их передачу на OPC-сервер обеспечивает контроллер Arduino Mega. Контроллер обладает достаточным количеством вычислительных ресурсов для считывания информации с датчиков и возможность связи с компьютером посредством COM-порта. Питание описанных выше систем производится преобразователями напряжения 220 AC – 5 DC и 220 AC – 12 DC. Ввод сигналов в контроллер, а также вывод управляющих сигналов на органы управления, реализован с использованием зажимных клемм через сигнальные провода.

По завершению монтажа оборудования, возникла необходимость в представлении информации в удобном для пользователя виде и возможностью управления системой позиционирования электрода. В следствии чего была создана визуализация процесса, на базе программного пакета Master-SCADA 3.7, на рисунке 1 представлена разработанная мнемосхема. Передача данных на визуализацию происходит с помощью OPC-сервера, разработанного в программе Master OPC universal Modbus.

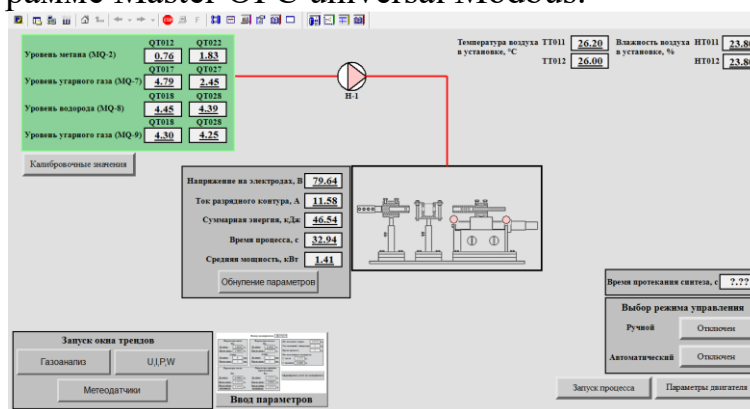


Рис. 1. Экран управления и мониторинга параметров рабочего режима дугового реактора

Программная реализация алгоритмов работы систем автоматизации производилась с использованием среды разработки Arduino IDE и Master-SCADA.

Одной из задач системы является процесс вычисления суммарной энергии и средней мощности дугового реактора в момент протекания синтеза, для чего необходимо автоматически определять момент инициации и погасания электрической дуги. В процессе разработки алгоритма учтен мо-

мент влияния шумов и ложных срабатываний датчиков. Блок-схемы созданных алгоритмов для определения момента инициации и погасания электрической дуги представлены на рисунке 2.

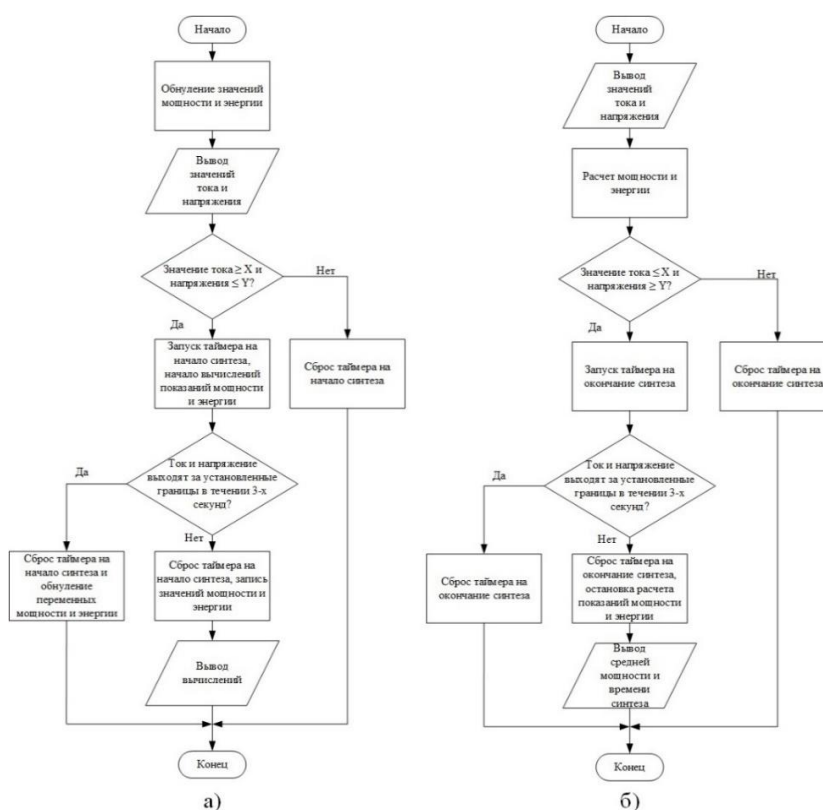


Рис. 2. а) Блок-схема алгоритма проверки инициации электрической дуги; б) Блок-схема алгоритма проверки погасания электрической дуги

На протяжении всего времени работы системы происходит непрерывная регистрация показаний тока и напряжения. При инициации электрической дуги происходит падение напряжения на электродах, в следствии чего запускается алгоритм проверки инициации дугового разряда, представленный на рисунке 2а. Запускается таймер и начинается вычисление суммарной энергии, средней мощности и регистрация времени горения электрической дуги, если значение напряжения находится в установленных границах в течении трёх секунд, то расчет показаний продолжается вплоть до момента разрыва электрической дуги. В том случае, если значения напряжения выходят за установленные границы, происходит сброс таймера и алгоритм проверки запускается снова.

Определение момента погасания электрической дуги также необходимо. При реализации данного алгоритма был задействован принцип работы алгоритма, описанного выше. Окончание синтеза сопровождается стабилизацией напряжения, тем самым происходит запуск алгоритма проверки на погасание электрической дуги, представленном на рисунке 2б. После

того как напряжение увеличилось, вычисление суммарной энергии и средней мощности продолжается, запускается таймер, если значение напряжения находится в установленных границах в течении трех секунд, то расчет показаний заканчивается и происходит вывод окончательных значений расчетных параметров. В том случае если значения тока и напряжения выходят за установленные границы, происходит сброс таймера и алгоритм проверки запускается снова, расчет показаний в такой ситуации не прекращается.

Для проверки работоспособности алгоритма произведен эксперимент. В ходе чего были получены графики тока и напряжения, показанные на рисунке 3.

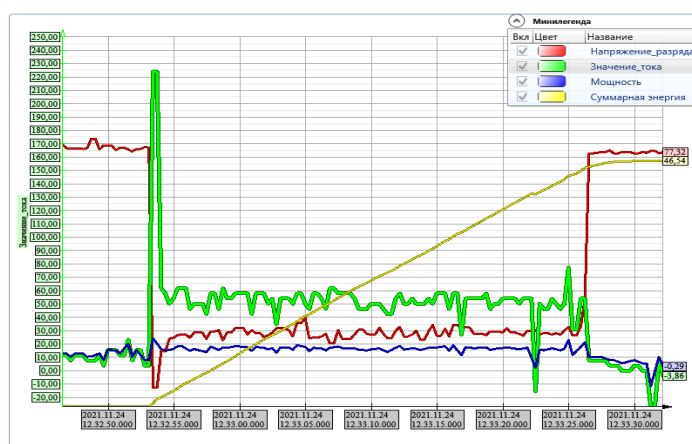


Рис. 3. Линии тренда показаний тока, напряжения, средней мощности и суммарной энергии

Из рисунка 3 видно, что созданные алгоритмы работают корректно, расчет суммарной энергии начинается в момент инициации дугового разряда и заканчивается в момент погасания электрической дуги. Длительность эксперимента составила 32,94 секунды, что соответствует заданному значению времени процесса. Суммарная энергия, выделившаяся в ходе горения дуги и зарегистрированная системой, составила 46,54 кДж. В тоже время суммарная энергия, полученная в результате расчетов, равняется 45,61 кДж, таким образом относительная погрешность при автоматическом расчете количества суммарной энергии составила 2%.

Работа выполнена в рамках программы Гос.задания ВУЗАм (FSWW-2020-0022)

Список литературы:

1. ScinceDirect [Электронный ресурс] / Transferred arc plasma processed mullite from coal ash and bauxite // URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884211005372> — Дата обращения 24.11.2021.

Информация об авторах:

Поваляев Павел Вадимович, аспирант гр. А1-48, ТПУ, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, rvr13@tpu.ru

Пак Александр Яковлевич, к.т.н., доцент ТПУ, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, ayapak@tpu.ru