ISSN 2658 – 7505
Выпуск №5, 2020
Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России»

УДК62-533.65

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ЖАЛА БОЙКА СТАНКА ЗАПРЕССОВКИ

И.О. Блажко, *blazhko1999@mail.ru*
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск

В данной статье рассматривается принцип контроля температуры паяльной станции или других нагревательных элементов при использовании одного датчика температуры, технологии ШИМ и ПИД-регулятора. Данная система позволит более точно настраивать выходную температуру бойка, что позволит не перегревать или не ломать элементы при оплавке так как система может использоваться при запрессовке металлических втулок в пластиковые корпуса

Ключевые слова: контроль температуры, жало бойка, стабилизация напряжения, ПИД-регулятор, технология ШИМ, расчет выходного напряжения, алгоритм контроля температуры

SYSTEM CONTROL AND REGISTRATION PRESSING MACHINE STEP TEMPERATURE

I.O. Blazhko
Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

This article discusses the principle of temperature control of a soldering station or other heating elements using a single temperature sensor, PWM technology and a PID controller. This system will allow you to more accurately adjust the outlet temperature of the tip, which will allow you not to overheat or break the elements during reflow, since the system can be used when pressing metal bushings into plastic cases

Keywords: temperature control, striker tip, voltage stabilization, PID controller, PWM technology, output voltage calculation, temperature control algorithm

Во время производства корпусов приборов возникает необходимость запрессовывать металлические втулки в пластиковый корпус. Для этого необходимо поддерживать температуру бойка на уровне от 50 до 350 °С и погрешностью ±4 °С, чтобы не оплавить пластиковый корпус прибора перегретым бойком и не сломать корпус при охлаждение его. На рисунке 1 представлен внешний вид станка запрессовки с термопарой на бойке.

Рис. 1 - Внешний вид станка запрессовки

Разработано устройство, система управления работой которого базируется на системе Arduino [1, 2]. Используются стандартные модули для плат Arduino и микроконтроллер Arduino UNO.

Процесс нагрева бойка является инертным, следует учитывать это при разработке устройства. Для решение проблемы инертности целесообразно использовать ПИД - регулятор. Для поддержания заданной температуры необходимо включать и выключать напряжение питания нагревателя бойка, для этого использовано твердотельное реле. Технологию ШИМ стоит использовать так как блок управления питанием базируется на твердотельном переключателе, ШИМ позволит регулировать выходные значения напряжений

Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор − устройство в управляющем в контуре с обратной связью. Используется в системах автоматического управления для формирования управляющего сигнала с целью получения необходимых точности и качества переходного процесса. ПИД-регулятор формирует управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально разности входного сигнала и сигнала обратной связи (сигнал рассогласования), второе − интеграл сигнала рассогласования, третье − производная сигнала рассогласования.

Пропорциональная составляющая вырабатывает выходной сигнал, противодействующий отклонению регулируемой величины от заданного значения, наблюдаемому в данный момент времени. Интегрирующая составляющая пропорциональна интегралу по времени от отклонения регулируемой величины. Её используют для устранения статической ошибки. Дифференцирующая составляющая пропорциональна темпу изменения отклонения регулируемой величины и предназначена для противодействия отклонениям от целевого значения, которые прогнозируются в будущем. Отклонения могут быть вызваны внешними возмущениями или запаздыванием воздействия регулятора на систему.

Выходной сигнал регулятора u определяется тремя слагаемыми [3]:

$$U(t) = P + I + D = K_p * e(t) + K_i * \int_0^t e(T)dT + K_d * \frac{de}{dt},$$

где P − пропорциональная составляющая; I − интегральная составляющая; D− дифференциальная составляющая; Kp, Ki, Kd − коэффициенты усиления пропорциональной, интегрирующей и дифференцирующей составляющих регулятора соответственно.

Коэффициенты усиления Kp, Ki, Kd, настраиваются по следующему алгоритму. Выставляется дифференциальный и интегральный коэффициенты 0, тем самым убирая соответствующие составляющие. Пропорциональный коэффициент выставляем в 1. Далее нужно задать значение уставки температуры отличное от текущей и посмотреть, как регулятор будет менять мощность обогревателя, чтобы достичь заданного значения. Характер изменения нужно регистрировать в таблицу измеренное значение температуры каждые 5-10 секунд и по полученным значением построить график. Затем нужно проанализировать полученную зависимость. Затем, постепенно увеличивая дифференциальную составляющую, необходимо добиться уменьшения или полного исчезновения «скачков» графика (перерегулирования) перед выходом на уставку. При этом кривая должна стать еще больше похожа на идеальную (см. рисунок 2.).

ISSN 2658 – 7505
Выпуск №5, 2020
Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России»

Рис.2− Кривая нагрева без настройки коэффициентов ПИД-регулятора

При настройке двух предыдущих коэффициентов можно получить практически идеальную кривую регулирования или близкую к ней кривую, удовлетворяющую условиям задачи. Однако, как правило возникает так называемая «статическая ошибка». При этом в нашем примере температура стабилизируется не на заданном значении 25 °C, а на несколько меньшем значении. Дело в том, что если температура станет равной уставке (то есть разность текущей и заданной температур станет равна 0), то пропорциональная и дифференциальная составляющая будут равны нулю. При этом мощность регулятора тоже станет равна 0 и он начнёт остывать. По этому коэффициент усиления интегрирующей составляющей устанавливаем таким, что бы «статическая ошибка» исчезла (см. рисунок 3.).

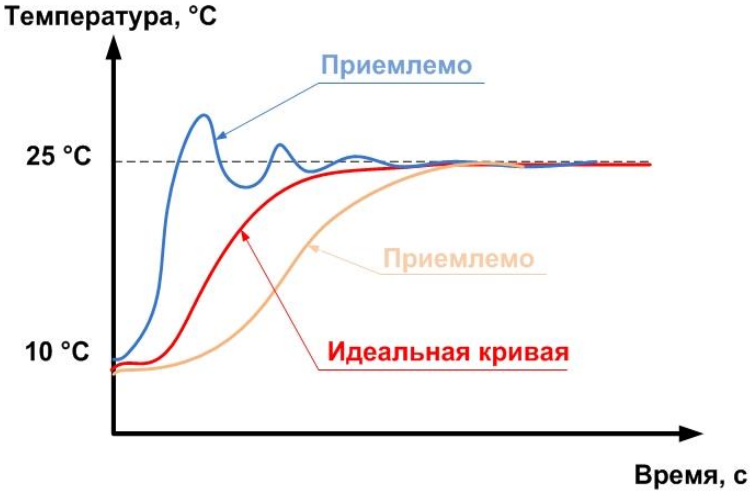

Рис.3− Кривая нагрева с приемлимыми коэффициентами ПИД-регулятора

Структурная схема устройства представлена на рисунке 4, а функциональная на рисунке 5.

База данных − блок из которого поступают данные по управлению устройством (температура). Блок управления − обрабатывает данные и передает в микроконтроллер. Плата − микроконтроллер обрабатывает информацию и рассчитывает необходимое напряжение. Нагревательные элемент − боёк.

Рис.4 - Структурная схема устройства

Индикатор − дисплей, показывает данные в процессе работы микроконтроллера. Блок датчиков - передает информацию в микроконтроллер для расчета напряжения нагревателя бойка. Источник питания − питает микроконтроллер и нагревательный элемент

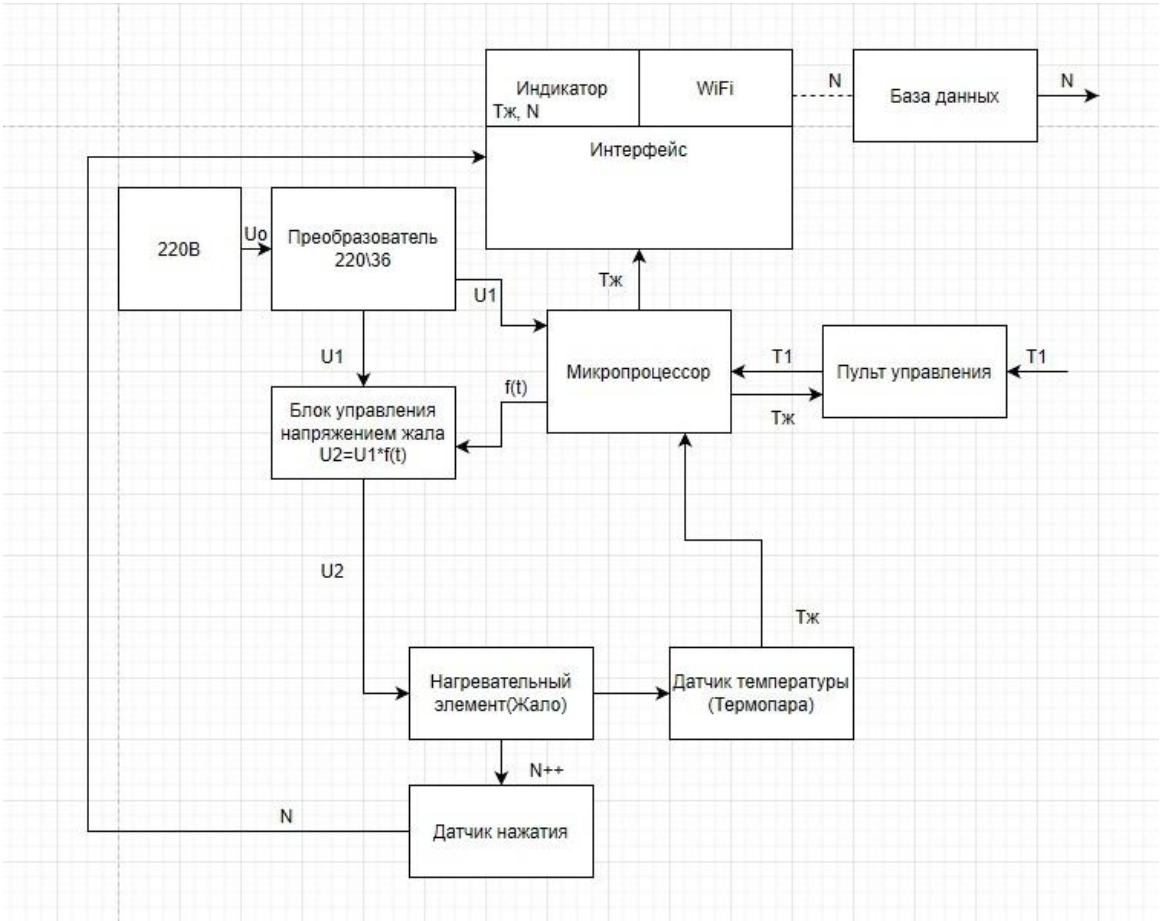

Рис.5− Функциональная схема устройства

На пульт управления подается необходимое температуры для регулировки, далее показания передаются в микропроцессор. С датчика температуры по-

даются показания температуры бойка. С микропроцессора подаются показания на блок управления напряжением, в зависимости от температур. Блок управления открывает и закрывает канал передачи напряжения 36В на нагревательный элемент. Так же с микропроцессора отправляются данные в интерфейс (на ЛСД дисплей) и в базу данных.

Для создания системы использованы следующие элементы[2]:

- Основная плата Arduino UNO;
- Для измерения температуры бойка - термопара;
- Для усиления сигнала термопары - блок усиления MAX6675K;
- Блок управления - блок кнопок;
- Для управления питанием нагревателя бойка - твердотельное реле Thyristor AC swicth .

На рисунке 6 представлен алгоритм работы программы.

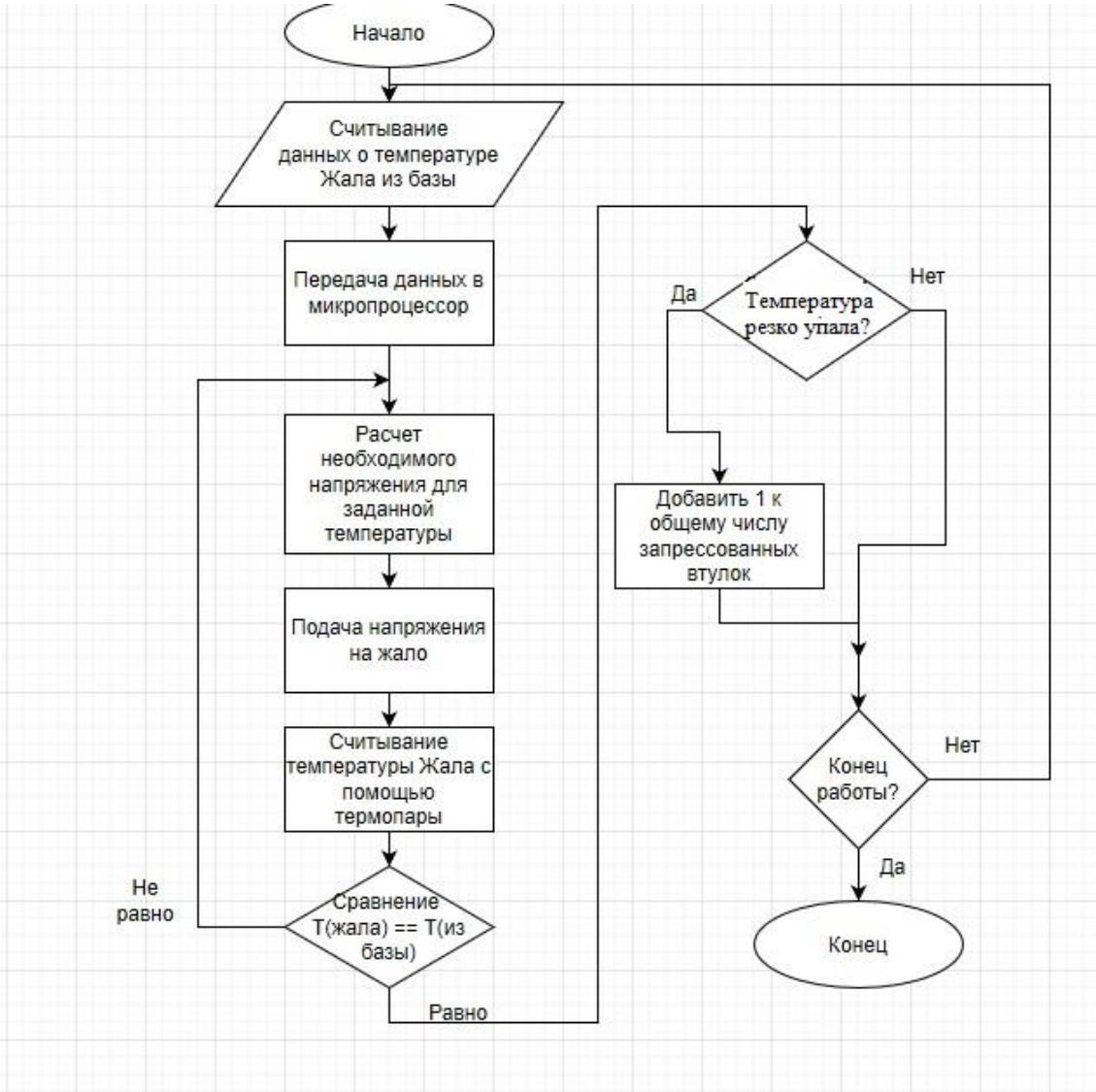

Рис.6 - Алгоритм работы программы

Логика работы алгоритма состоит в том, что информация, получаемая с датчика температуры сравнивается с заданной в устройстве температурой. Пу-

тем расчетов формулы регулирования, а именно ПИД рассчитывается амплитудное значение напряжения. При резком падении температуры, что соответствует моменту запрессовки втулок и значение количества запрессовок увеличивается на 1. Макет устройства представлен на рисунке 7.

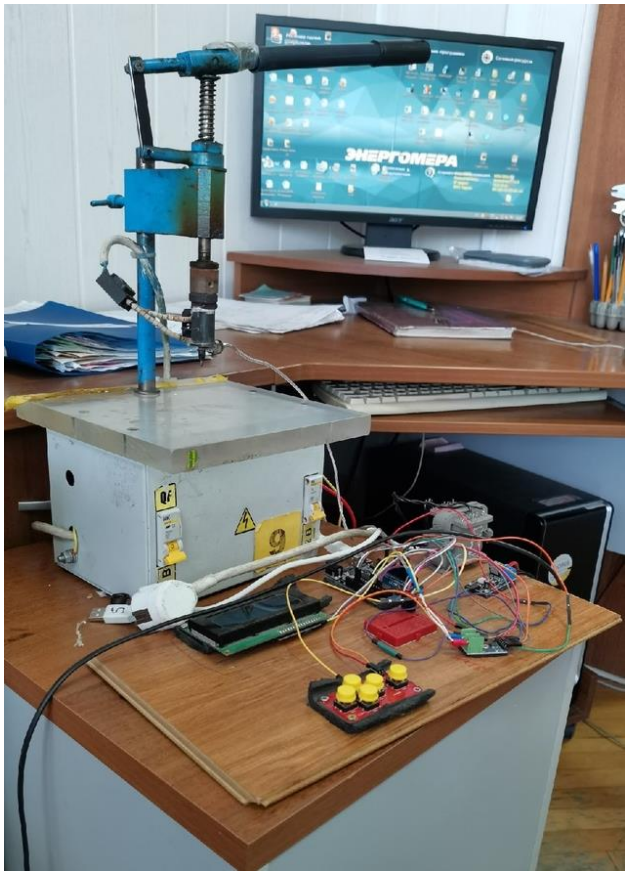

Рис.7 – Макет устройства

На рисунке 8 показан график зависимости температуры бойка без совершения операции запрессовки. Видно, что температура находится в диапазоне допустимой погрешности, а именно ±2 °С.

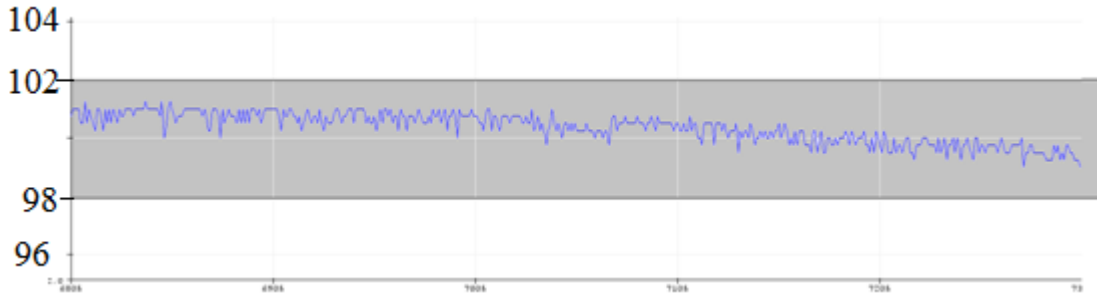

Рис.8 - График зависимости температуры от времени

Во время нажатия на восковую свечу (имитация операции запрессовки) было зафиксировано падение температуры паяльника показанное на рисунке 9.

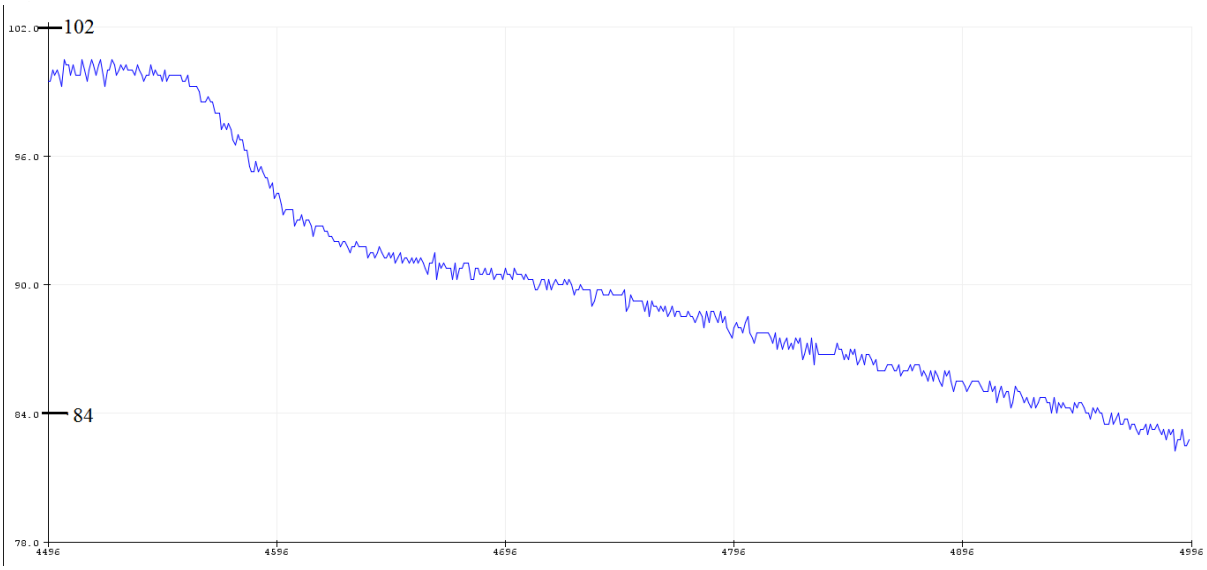

Рис.9 - Падение температуры паяльника при пайке

Результаты эксперимента после коррекции коэффициентов показаны на рисунке 10.

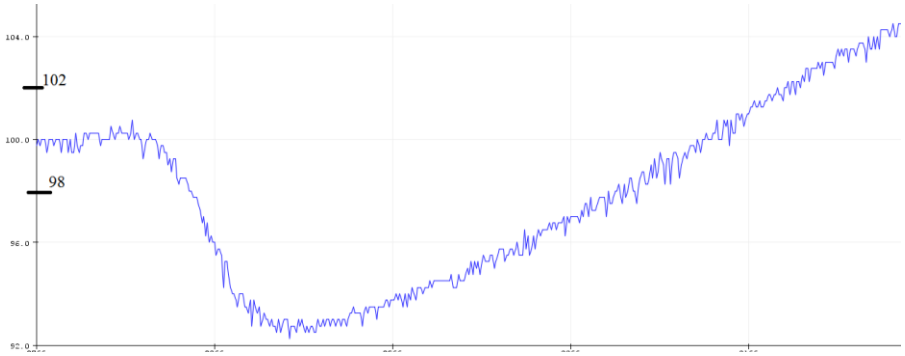

Рис. 10 - Результат эксперимента после коррекции коэффициентов

Послей совершения операции запрессовки температуры начинает колебаться с большей погрешностью. На температуре 100 градусов это погрешность составила ±10 °С. Спустя 30-60 секунд она опять стабилизируется на отметке ±4 °С.

Для счета количества запрессованных втулок используется алгоритм основанный на изменении температуры жала за единицу времени.

Для записи количества запрессованных втулок проведен эксперимент, график нагрева и падения температур представлен на рисунке 11.

Рис. 11 - График температуры во время запрессовки

Во время эксперимента было произведена имитация запрессовки втулки три раза, в результате алгоритм распознал запрессовки и отобразил их количество на дисплее для визуального подтверждения. Результаты вывода на дисплей показаны на рисунке 12.

Рис. 12 - Дисплей во время работы и проведения эксперимента (Sum - количество операций)

Заключение

Разработано устройство управления, регистрации температуры жала бойка станка запрессовки. Испытаний устройства показали, что оно поддерживает заданную температуру бойка с погрешностью ±4°С. Параметры ПИД-регулятора являются сугубо индивидуальными для каждого нагревательного элемента. Следует подбирать коэффициенты под каждый нагревательный элемент. Скачки температуры бойка при запрессовке могут быть использованы для подсчета количества операций.

Список используемой литературы

1. Петин В.А. Arduino и Paspberry Pi в проектах Internet of Things - СПБ БХВ-Петербург, 2016 - 320с.
2. Монк Саймон. Практическая электроника: иллюстрированное руководство для радиолюбителей.: Пер. с анг - М.:ООО "И.Д. Вильямс", 2016 -352с.
3. Семенов Б.Ю. Силовая электроника: от простого к сложному - М.: СОЛОН - Пресс, 2015 - 416с.

© И.О. Блажко, 2020