

УДК 62 529

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО НАГРЕВА В САУ РЕЗАНИЕМ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ НА БАЗЕ СВАРОЧНОГО ИНВЕРТОРА СВАРОГ ARC 200

А.В. ЛУКИН¹

¹artemlukin3909@gmail.com

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» (УУНИТ)

Аннотация. Предложена схема сопряжения микроконтроллера Arduino Uno со сварочным инвертором Сварог ARC 200 для автоматизации процесса резания труднообрабатываемых материалов при оптимальной температуре. Для контроля температуры процесса резания, как результат комбинированного воздействия: теплового – сварочный инвертор и механического – инструмент-заготовка, выбран датчик температуры в зоне резания - естественная термопара.

Ключевые слова: автоматизация, микроконтроллер, сварочный инвертор, процесс резания, естественная термопара, токарный станок.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для изготовления деталей машин интенсивно используются материалы со специальными физико-химическими свойствами. Их преимущества: надежность и долговечность, но, как следствие, снижается технологичность при обработке резанием этих материалов [1]. Одним из наиболее эффективных способов обработки таких материалов является применение комбинированных методов, сочетающих механическое и тепловое воздействие, облегчающее процесс стружкообразования и повышающее производительность обработки. Температуру физического процесса контактной пары инструмент-заготовка искусственно изменяют джоулевым теплом электрического тока низкого напряжения, подведенного в зону резания. Последнее приводит к образованию тонкой пластичной пленки, как результат, создается полусухое трение, снижается его коэффициент, повышается площадь контакта инструмент-заготовка. Кроме того, нагрев поверхностного слоя заготовки приводит к изменению физических явлений в зоне ПР, и, как следствие, к улучшению обрабатываемости материала [2].

Принципиальными особенностями метода электроконтактного нагрева являются: искусственный нагрев джоулевым теплом контактных поверхностей инструмента со стружкой и заготовкой; возможность вводить в зону контакта контролируемые величины тепла и измерять электрическое сопротивление контакта; сохранение возможности измерения температуры методом естественной термопары, как наиболее практически единственно приемлемого способа измерения; уменьшение силы процесса резания (ПР) на 20–25 %, а технологичности труднообрабатываемых материалов – на 50–60 % по сравнению с холодным точением [3]; и наконец, доступность современных средств электронного сварочного оборудования позволяет достаточно легко автоматизировать ПР

с применением совокупного воздействия на заготовку: механического и теплового.

ПРЕДЛАГАЕМЫЙ ПОДХОД

На основании вышеизложенного предлагается система автоматического управления (САУ) температурой ПР, функциональная схема которой приведена на рис. 1. На ней обозначены: ПК – промышленный компьютер для ввода данных процесса резания; Arduino – микроконтроллер; сварочный инвертор - Сварог ARC 200; ПР – процесс резания; U_θ – сигнал от датчика температуры (естественная термопара); БС – блок сопряжения термопары с Arduino Uno; $U_{БС}$ – сигнал от блока сопряжения; θ – температура резания.

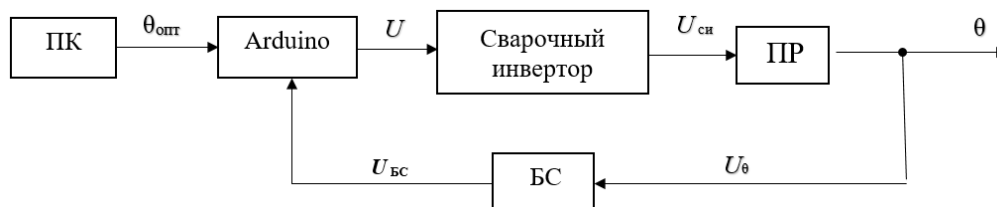


Рис. 1. Функциональная схема системы автоматического управления температурой ПР

Алгоритм работы системы начинается с ввода в Arduino Uno начальных условий обработки заготовки: величины температуры начального нагрева заготовки, величины оптимальной температуры в зоне ПР, допустимых отклонений температуры от оптимальной, временной интервал измерения температуры, а также частоты генерации импульсов сварочного инвертора.

В процессе обработки заготовки величина сигнала датчика температуры в зоне ПР после блока сопряжения передается на аналоговый вход микроконтроллера Arduino Uno, в котором сравнивается с заданной величиной оптимальной температуры. При отклонении температуры ПР от оптимальной, вырабатывается сигнал рассогласования, который в виде последовательности импульсов передается на сварочный инвертор Сварог ARC 200, период которых будет зависеть от знака рассогласования. Сигнал рассогласования в инверторе преобразуется в напряжение, которое через медные кольца прикладывается к заготовке и к резцу, локально нагревая поверхностный слой обрабатываемой заготовки. Упрощенная схема сварочного инвертора, предлагаемого к использованию в данной работе приведена на рис. 2.

Сварочные инверторы этого типа реализованы на современной транзисторной базе и характеризуется высокой надежностью и стабильностью: высокая мощность – 7 кВт; устойчивость к перегреву; большой эксплуатационный ресурс; КПД на уровне 85 %; защита от скачков напряжения в сети; при работе не создает помех в сети.

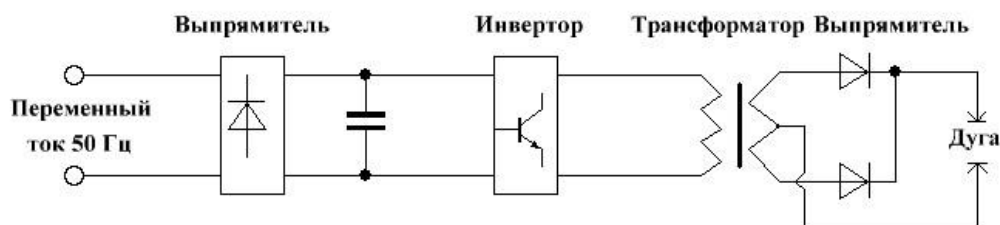


Рис. 2. Упрощенная схема сварочного инвертора Сварог ARC 200

СОПРЯЖЕНИЕ ИНВЕРТОРА СВАРОГ ARC 200 С ПЛАТОЙ ARDUINO UNO

Управление процессом резания труднообрабатываемых материалов предлагается реализовать с одновременным прогревом, как описано в [2], но в отличие от этой работы заменить сварочный трансформатор сварочным инвертором СВАРОГ ARC 200 [6] с подключением его к плате Arduino Uno. Выбор инвертора обусловлен простотой реализации сопряжения с микроконтроллером. Поддержание оптимальной температуры в зоне ПР будет осуществляться через задающий генератор, который является составной частью принципиальной схемы инвертора. Задающий генератор сварочного инвертора построен по классической схеме двухтактного преобразователя: вначале переменное напряжение промышленной сети преобразуется в постоянное, а затем постоянное напряжение через силовые транзисторы инвертора в переменное напряжение частотой $f = 50$ кГц (рис. 3). Здесь: UC3825 – [6]; $R7 = 1$ Мом; $C2 = 100$ мкФ.

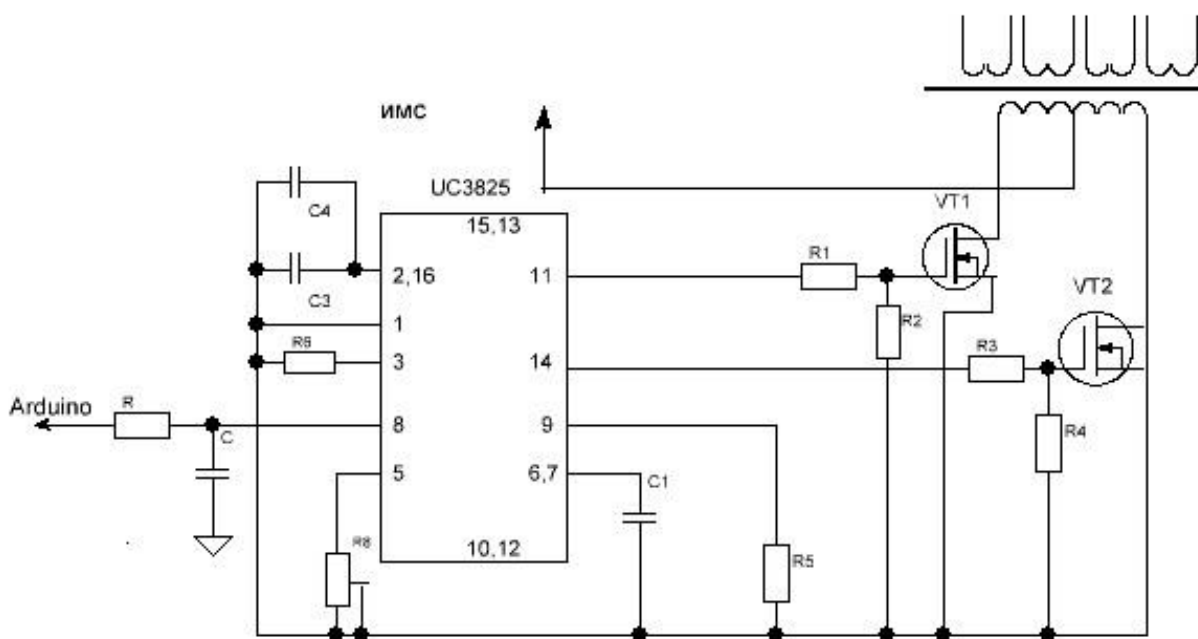


Рис. 3. Подключение к плате Arduino Uno задающего генератора инвертора Сварог ARC 200

Как видно из рис. 3, в основе преобразователя лежит интегральная микросхема высокочастотного ШИМ-контроллера UC3825, частота которого изменяется от 35 кГц (максимальный ток) до 60 кГц (минимальный ток). Таким образом, генерация рабочей частоты сигнала управления в зоне ПР будет находиться в диапазоне работы ШИМ контроллера. А на выходе силового трансформатора будет высокочастотное переменное напряжение величиной порядка 25–40 В, которому будет соответствовать сила тока в зоне ПР оптимальному показателю. Техническая же реализация сопряжения сварочного инвертора Сварог ARC 200 будет заключаться в замене RC-цепочки «мягкого» пуска на RC-цепочку с другими номиналами, подключенной также к выводу 8 ШИМ-контроллера UC3825 согласно рис. 3.

В итоге управление ПР осуществляется на взаимодействии трех основных узлов: ПИД-регулятора микроконтроллера Arduino Uno [7], сварочного инвертора, датчика обратной связи (естественная термopара) (рис. 4).

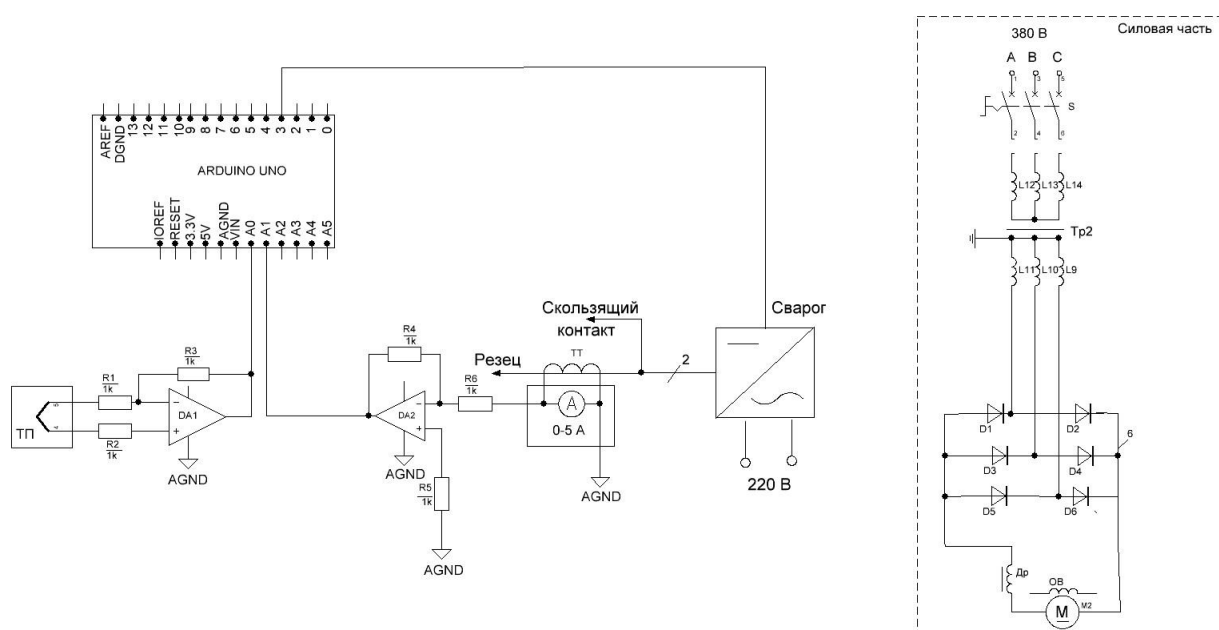


Рис. 4. Принципиальная схема сопряжения микроконтроллера Arduino Uno со сварочным инвертором Сварог ARC 200

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе предложен комплекс Arduino + сварочный инвертор, как способ легкодоступной реализации комбинированного метода процесса резания труднообрабатываемых материалов. В основе этого метода лежит преобразование электрического тока в джоулево тепло.

Автор выражает благодарность д-ру техн. наук, проф. А. Г. Лютову за высказанные замечания и пожелания по улучшению статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подураев В.Н. Автоматически регулируемые и комбинированные процессы резания. М.: Машиностроение, 1977. 304 с.
2. Насад Т.Г. Кирюшин И.Е., Кирюшин Д.Е. Высокоскоростная обработка труднообрабатываемых материалов. Саратов: Саратовский государственный технический университет, 2009. 147 с.
3. Леонтьевская Н.К. Обработка труднообрабатываемых материалов при подводе электрического тока в зону резания // Фундаментальные исследования, 2014. № 5-2. С. 265-268.
4. Макаров А.Д. Износ и стойкость режущих инструментов. М.: Машиностроение, 1966. 264 с.
5. Работа сварочного инвертора. [Электронный ресурс]. URL: <https://imgithub.ru/rabota-svarochnogo-invertora.pdf> (дата обращения 17.03.2024)
6. Сварог. Схема электрическая принципиальная [Электронный ресурс]. URL: https://sparklogic.ru/схема/post/svarog-arc-200-shema-elektricheskaya-principialnaya?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F_int.pdf (дата обращения 25.03.2024)
7. Миниатюрная плата семейства Arduino, построенная на микроконтроллере ATmega 328. [Электронный ресурс]. URL: <https://arduino.ru/.pdf> (дата обращения 14.04.2024)

ОБ АВТОРЕ

ЛУКИН Артем Владимирович, выпускник каф. АСУ ТП. Дипл. магистра по специальности Автоматизация технологических процессов и производств (УУНиТ, 2024).

METADATA

Title: The use of electric contact heating in ACS by cutting hard-to-process materials based on the welding inverter Svarog ARC 200.

Author: ¹ A. V. Lukin

Affiliation:

¹ Ufa University of Science and Technology (UUNiT), Russia.

Email: ¹ artemlukin3909@gmail.com

Language: Russian.

Source: Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa University of Science and Technology), no. 2 (31), pp. 86-90, 2024. ISSN 2225-9309 (Print).

Abstract: A scheme for coupling an Arduino Uno microcontroller with a welding inverter Svarog ARC 200 is proposed to automate the cutting process of difficult-to-process materials at an optimal temperature. To control the temperature of the cutting process, as a result of a combined effect: thermal – welding inverter and mechanical – tool-workpiece, a temperature sensor in the cutting zone - a natural thermocouple is selected.

Key words: automation, microcontroller, welding inverter, cutting process, natural thermocouple, lathe.

About author:

LUKIN, Artem Vladimirovich, Graduate of the faculty. Automated control system. Master's degree in Automation of technological processes and production (UUST, 2024).