

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СВАРКИ

В.Н. Хмелев, Д.В. Генне, Д.С. Абраменко, С.С. Хмелев

Статья посвящена разработке концепции создания ультразвуковых сварочных линий. Рассмотрены отдельные блоки и алгоритмы их функционирования. Даны рекомендации по использованию ультразвукового оборудования.

Ключевые слова: сварка, ультразвук, автоматизация.

ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения высокой производительности выполнения сварных соединений возникает необходимость создания автоматизированных линий, позволяющих осуществлять производство (выполнение сварных соединений) с минимальным участием оператора. Поскольку, автоматизированная линия для реализации процесса ультразвуковой сварки объединяет в себе устройства позиционирования, перемещения свариваемых заготовок изделия для формирования сварного шва и ультразвуковое оборудование возникает необходимость своевременного и стабильного дозирования ультразвукового воздействия, а также отслеживание аварийных ситуаций и принятие решений по их устранению. Поэтому, наряду с разработкой механических систем сварочных линий и систем перемещения излучающего ультразвуковые колебания устройства, автоматизация процесса требует создания и применения управляющих блоков, реализующих алгоритмы перемещения изделия и излучателя, алгоритмы сварки, разработку управляющих программ и алгоритмов управления ультразвуковыми генераторами.

Структурная схема управления автоматизированной сварочной линией

Для реализации процесса ультразвуковой сварки различных изделий в автоматизированных линиях предложена общая структурная схема управления процессом, схематично показанная на рисунке 1.

Основными составляющими автоматизированной сварочной линии являются:

– блок индикации, отвечающий за связь с оператором, обеспечивающий ввод управляющей информации, вывод информационных сообщений и т.п.;

– один или несколько ультразвуковых генераторов с пьезоэлектрическими колебательными системами, обеспечивающими необходимую для сварки амплитуду колебаний сварочных инструментов;

– системы управления приводами перемещения свариваемого изделия и колебательной системы.

– система прижима, обеспечивающая сжатие свариваемого изделия между сварочными инструментами и опорами.

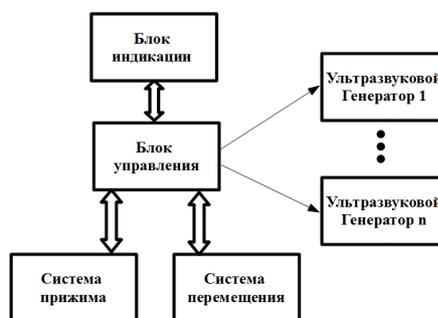


Рисунок 1 – Общая структурная схема автоматизированной сварочной линии

К ультразвуковым генераторам, используемым в автоматизированных сварочных линиях, предъявляются особые требования, обусловленные необходимостью передачи информации в управляющие блоки о состоянии ультразвукового генератора (ошибки, режимы работы, и т.д.), а также необходимостью обеспечения повышенных динамических характеристик генераторов для увеличения производительности ультразвуковой сварки.

Типичная структурная схема ультразвукового генератора представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Структурная схема ультразвукового генератора

Одним из основных блоков генератора, влияющих на скорость нарастания амплитуды колебаний, а также на точность её поддержания в процессе сварки является регулятор напряжения, задающий напряжение питания выходного инвертора.

В простейших реализациях используются в практике генераторов тиристорный регулятор напряжения. В таких регуляторах на выходе схемы неизбежно возникают пульсации [1].

Применение чопперного регулятора, совместно с модификацией алгоритма стабилизации амплитуды колебаний, позволяет уверенно работать при малых интервалах (0,1с.) ультразвукового воздействия. Это, в свою очередь, позволяет повышать производительность оборудования в целом, снимая ограничения по скорости реализации процесса сварки.

Для формирования качественного сварного шва необходимо равномерное распределение УЗ энергии по площади всего формируемого шва, Это может быть обеспечено только при равномерном и стабильном прижиме.

Для обеспечения транспортировки заготовок в зону сварки, а также для вывода готовых изделий из зоны сварки используются различные механизмы перемещения. Это могут быть различного рода конвейеры или роторы. В любом случае, для точного позиционирование изделий в сварочной зоне необходимо применение дополнительных датчиков. Это позволяет компенсировать неточности в изготовлении транспортирующего механизма. В связи с этим возникает необходимость применения специального блока управления приводом, структурная схема которого представлена на рисунке 3.

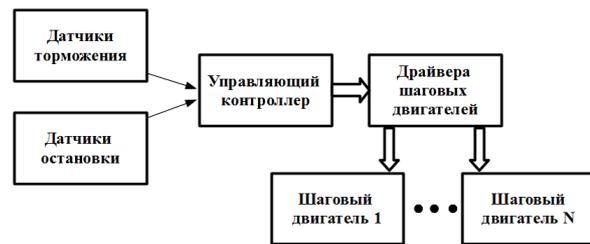


Рисунок 3 – Структурная схема блока управления приводами

Как следует из структурной схемы - блок управления приводами состоит из управляющего микроконтроллера, драйверов шаговых двигателей и соответствующих им датчиков, определяющих положение системы перемещения.

Для обеспечения эффективного ввода УЗ колебаний в свариваемый материал и получения качественного сварного соединения необходимо обеспечивать механический и акустический контакт между свариваемым изделием и рабочим инструментом излучателя УЗ колебаний. Для этого необходимо обеспечивать нормированное усилие прижима рабочего инструмента к свариваемому изделию.



Рисунок 4 – Структурная схема блока управления системой прижима

Блок управления системой прижима (рисунок 4) состоит из управляющего микроконтроллера, клапанов управления пневмоцилиндрами и датчиков положения пневмоцилиндров. Информации, полученная с датчиков положения пневмоцилиндров используется для определения наличия свариваемых изделий, определения ошибочных ситуация, и как сигнал перехода к следующей операции.

Алгоритм выполнения сварного соединения в автоматизированных сварочных линиях представляет собой выполнение следующих основных действий:

1. Установка заготовок свариваемого изделия.
2. Транспортировка заготовок в зону сварки.
3. Прижим заготовок.
4. УЗ воздействие.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СВАРКИ

5. Выдержка необходимого времени стабилизации сваренного шва.
6. Транспортировка сваренного изделия в зону сброса готовых изделий.

Примеры практической реализации сварочных линий

С учетом рассмотренной выше концепции были разработаны и реализованы несколько автоматизированных линий, предназначенных для сваривания различных изделий из термопластичных материалов.

На рисунке 5 представлен внешний вид линии для соединения двух полусфер из термопластичных материалов диаметром от 10 мм до 50 мм методом ультразвуковой низкотемпературной сварки.



Рисунок 5 – Линия для соединения двух полусфер

Представленная линия имеет в своем составе механизм перемещения и прижима [3,4] (с двумя параллельными транспортными потоками), два комплекта ультразвукового сварочного оборудования, а также блок управления, осуществляющий контроль всего процесса формирования сварного соединения.

На рисунке 6 представлена автоматизированная линия для соединения двух полусфер из термопластичных материалов одинакового диаметра методом ультразвуковой сварки.

Представленная линия состоит из транспортирующего роторного механизма с захватами для свариваемых заготовок, механизма прижима и двух сварочных ультразвуковых комплектов.



Рисунок 6 – Линия для соединения двух полусфер из термопластичных материалов

На рисунке 7 представлен еще один тип разработанной сварочной линии. В этой линии не происходит перемещение свариваемых заготовок, а перемещается сварочный инструмент, выполняющий шовно-шаговую сварку заготовки по контуру.



Рисунок 7 – Линия для шовно-шаговой сварки по контуру

Созданная автоматизированная сварочная линия для упаковки (блистеров) различных продуктов и изделий состоит из сварочной опоры (стол) с выборкой под нижнюю часть свариваемой заготовки, системы перемещения сварочного инструмента, обеспечивающую позиционирование сварных точек по контуру свариваемого изделия, системы прижима, и одного комплекта сварочного оборудования.

ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная в статье концепция построения автоматизированных линий позволяет разрабатывать и реализовывать на практике автоматизированные линии для сварки разнообразных по форме и размерам изделий из различных по свойствам термопластичных материалов с производительностью до 2500 штук изделий в час.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барсуков Р. В. Повышение качества работы УЗ технологических аппаратов на примере процесса сварки тонких листовых материалов [текст] / Е. В. Ильченко, Д. С. Абраменко // EDM' 2011: XII Международная конференция - семинар молодых специалистов по микро- и нанотехнологиям и электронным устройствам. Новосибирск 2011.
2. Семенов. Б. Ю. Силовая электроника от простого к сложному [текст] Б.Ю. Семенов. / – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008, -- 416.с.:ил.
3. Хмелев В.Н. Устройство конвейерного типа для ультразвуковой сварки изделий из термопластичных материалов, В.Н. Хмелев, С.С. Хмелёв, Д.В. Генне, Д.С. Абраменко, А.Д. Абрамов, М.В. Хмелев. // Южно-сибирский научный вестник –2013. – № 1(3). – С. 95-98.

4. Патент 132370 Российская Федерация, МПК В23К20/10. Устройство конвейерного типа для ультразвуковой сварки изделий из термопластичных материалов [Текст] / В.Н. Хмелев, С.С. Хмелев, Д.В. Генне, Д.С. Абраменко, А.Д. Абрамов, М.В. Хмелев; заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью "Центр ультразвуковых технологий". - № 2013109465/02, заявл. 04.03.; опубл. 20.09.13. Бюл. № 26. – 5 с.

Хмелев В.Н. – д.т.н., профессор, директор по научной работе МИП ООО «Центр ультразвуковых технологий АлмГТУ», тел. 8(3854) 43-25-70, e-mail: vnh@bti.secna.ru.

Генне Д.В. – инженер-программист МИП ООО «Центр ультразвуковых технологий АлмГТУ», тел. 8(3854) 43-25-70, e-mail: gdv@bti.secna.ru.

Хмелев С.С. – к.т.н., доцент, ведущий конструктор МИП ООО «Центр ультразвуковых технологий АлмГТУ», тел. 8(3854) 43-25-70, e-mail: ssh@bti.secna.ru.

Абраменко Д.С. – к.т.н., доцент, главный метролог МИП ООО «Центр ультразвуковых технологий АлмГТУ», тел. 8(3854) 43-25-70, e-mail: ades@bti.secna.ru.