

Устройство Карусельного Типа Для Ультразвуковой Сварки Изделий Из Термопластичных Материалов

В.Н. Хмелев, С.С. Хмелев, А.Д. Абрамов, Д.В. Генне, Боброва Г.А. М.В. Хмелев
Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова, Бийск, Россия
Центр ультразвуковых технологий, Бийск, Россия

Аннотация – Статья посвящена разработке и созданию автоматизированной линии карусельного типа для ультразвуковой сварки изделий из термопластичных материалов. Созданная автоматизированная линия предназначена для ультразвуковой сварки по кольцевому шву двух заготовок сферических изделий из термопластичных материалов.

Ключевые слова – автоматизированная линия, колебательная система, ультразвуковая сварка.

I. ВВЕДЕНИЕ

С НЕЗАПАМЯТНЫХ времен первой игрушкой малыша была и остается погремушка. В основе этой древнейшей игрушки заложены простые механизмы, влияющие на развитие ребенка до года и формирующие у него начальные зрительные и слуховые навыки, побуждающие к самостоятельным действиям и развивающие его мелкую моторику.

Погремушка представляет собой простейшее устройство. Она изготавливается из предмета полого внутри, в который вкладываются мелкие детали, которые при встряхивании издадут шум или звон.

В наше время выбор погремушек велик. Для их производства используются самые различные материалы и их комбинации. Наибольшее распространение получили погремушки, изготовленные из пластмассы. Они гигиеничны, их легко мыть и они быстро сохнут.

Применение пластика позволяет делать конструкции погремушек сложными и многофункциональными с прозрачными стенками, через которые можно разглядывать «начинку» из разноцветных вращающихся фигурок и пересыпающихся шариков. В некоторых моделях прозрачные элементы заполнены цветной жидкостью, булькающей при встряхивании и перетекающей из одной части в другую.

Погремушка далеко не универсальна, она забавляет ребенка только первый год жизни. Однако в этот год ребенок с ней неразлучен.

Поэтому необходимо обеспечить максимальную безопасность здоровья ребенка при игре с погремуш-

кой. При производстве погремушек следует использовать только высококачественные пластмассы, а также надежные способы соединения деталей погремушки для исключения их разъединения и высыпания «начинки».

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В настоящее время для соединения пластмассовых деталей погремушки (элементы шарика) в единое целое используют склеивание, термическую и ультразвуковую сварку.

Склеивание является традиционным и самым простым способом соединения пластмасс, который можно достаточно просто автоматизировать. Существенными недостатками склеивания являются низкая производительность, необходимость использования специальных нетоксичных клеев и тщательная очистка соединяемых поверхностей от жиров, масел и других загрязнений, поскольку даже незначительные загрязнения на склеиваемых поверхностях существенно снижают прочность соединения.

При термической сварке нагревать пластмассы следует не выше температуры их разложения. Обычно температура нагревающего инструмента на 100...120°С выше температуры текучести пластмассы. При таких условиях на границе контакта инструмента со свариваемой деталью происходит не только интенсивное плавление, но и термоокислительная деструкция, которая может сопровождаться выделением низкомолекулярных газообразных продуктов. Находящийся в перегретом состоянии расплав быстро окисляется. Соединение, полученное термической сваркой, обладает высокой прочностью, но внешний вид ухудшается из-за вытесненного расплавленного материала из зоны соединения. Это требует дополнительной обработки места соединения, что затрудняет автоматизацию процесса.

Таким образом, склеиванием и термической сваркой трудно реализовать автоматизированный процесс получения качественного соединения элементов ша-

рика в единое целое за короткий промежуток времени [1].

Анализ возможностей ультразвукового способа сварки применительно к решению проблемы соединения элементов шарика в единое целое позволил выявить его несомненные достоинства [2]:

- высокая прочность соединения свариваемых материалов;
- повторяемость качества сварки;
- отсутствие внутренних напряжений сварного шва;
- отсутствие выбросов вредных летучих веществ;
- исключение расходов на вспомогательные материалы (клей, обезжириватель, растворитель), используемые при традиционных методах;
- формирование герметичного сварного шва за время, не превышающее долей секунды при температуре, меньшей температуры термического разложения материала [3];
- возможность сварки по загрязненным поверхностям как жидкими, так и сыпучими материалами;
- возможность контроля качества ультразвуковой сварки позволяет управлять процессом и реализовывать его на автоматизированных линиях [4].

Таким образом, ультразвуковая сварка является наиболее эффективным и надежным способом герметичного соединения элементов шарика для детских погремушек. Однако такая сварка не реализована, поскольку отсутствует единый подход к проектированию и изготовлению ультразвуковой колебательной системы, способной обеспечить формирование герметичных кольцевых сварных швов при производстве шариков различного диаметра.

Кроме того, необходимо максимально облегчить труд оператора за счет автоматизации подачи не сваренных шариков в зону сварки и выгрузки сваренных шариков.

В связи с этим возникает необходимость разработки и создания автоматизированной линии для ультразвуковой сварки шариков разного размера, где требуется формирование герметичных кольцевых сварных швов.

При проектировании создания автоматизированной линии необходимо:

- провести анализ эффективности возможных подходов для повышения степени автоматизации процесса ультразвуковой сварки сферических изделий, состоящих из двух соединяемых заготовок;
- предложить и реализовать способ автоматизации транспортирования элементов шарика в зону ввода акустической энергии;
- спроектировать и изготовить пьезоэлектрическую ультразвуковую колебательную систему (УЗКС), способную обеспечить равномерный ввод акустической энергии в зону сварки шариков различных типоразмеров;
- разработать узел прижима ультразвуковой колебательной системы к свариваемому изделию.

Решению поставленных задач посвящена представленная статья.

III. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В массовом производстве, для изготовления одинаковых деталей применяются устройства карусельного типа, позволяющие транспортировать исходные изделия, состоящие из нескольких отдельных деталей, подлежащих сварке, в зону энергетического воздействия на них устройствами, осуществляющими их сварку, с последующим сбросом соединенных изделий с узла перемещения для дальнейших производственных операций или упаковок.

подавляющее большинство устройств работают на описанном выше принципе и представляют собой устройства карусельного типа для сборки изделий из термопластичных материалов, содержащие основание, узел установки свариваемых заготовок изделий, узел перемещения заготовок изделий в зону сварки и источник ультразвукового воздействия [5].

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемому техническому решению является устройство карусельного типа для ультразвуковой сварки изделий из термопластичных материалов [6], принятое за прототип и содержащее основание, узел установки заготовок свариваемых изделий, узел перемещения заготовок изделий в зону сварки и источник ультразвукового воздействия.

Устройство, принятое за прототип работает следующим образом. Заготовки свариваемого изделия укладываются в ложемент, после чего производится перемещение ложемента с деталями к излучающей поверхности источника ультразвуковых колебаний. После истечения времени необходимого для сварки, производится освобождение изделий из зоны сварки. Узел перемещения совершает поворот для подвода в зону сварки нового изделия. Поворот узла перемещения осуществляется мотор - редуктором, установленным на основании устройства, а освобожденная деталь изымается оператором.

Недостатком известного устройства является ее жесткая зависимость от формы и размеров заготовок изделия и низкая производительность. Обуславливается это тем, что внутренняя форма и размеры ложемента строго повторяют наружную форму и размеры свариваемого изделия, а наличие ручного труда оператора при разгрузке изделий значительно снижает производительность.

Предлагаемое техническое решение – полезная модель, направлено на устранение недостатков существующих устройств, а именно, на создание нового типа устройства карусельного типа для ультразвуковой сварки изделий из термопластичных материалов, способного обеспечить возможность сварки изделий различного размера и различной формы без существенного изменения конструкции устройства и повышение его производительности.

Сущность предлагаемого технического решения заключается в том, что в известном устройстве карусельного типа для ультразвуковой сварки изделий из термопластичных материалов, содержащем основание, узел установки заготовок свариваемых изделий, узел перемещения заготовок изделий в зону сварки и источник ультразвукового воздействия, узел установки снабжен двумя, обращенными друг к другу, опорными элементами, выполненными с возможностью вертикального перемещения и имеющими контактирующие с изделием поверхности центровки. Узел перемещения снабжен механизмами захвата свариваемых изделий, внутренняя поверхность захватов повторяет форму участка боковой поверхности свариваемого изделия, узел прижима источника ультразвукового воздействия выполнен подвижным. Форма рабочего окончания источника ультразвукового воздействия повторяет форму участка поверхности заготовки свариваемого изделия, на который осуществляется ультразвуковое воздействие, контактирующий с противоположной поверхностью свариваемого изделия узел прижима имеет сварочную опору, выполненную с возможностью вертикального перемещения, а форма контактирующей поверхности сварочной опоры повторяет форму участка поверхности свариваемого изделия, противоположного участку, на который осуществляется УЗ воздействие.

Таким образом, в предлагаемом техническом решении задача обеспечения возможности сварки изделий различного размера и различной формы и повышения производительности процесса решается за счет:

- обеспечения возможности вертикального перемещения опорных элементов, что позволяет устанавливать изделия различного размера;
- выполнения специальным образом поверхности опорных элементов, контактирующих с изделием, что позволяет зажимать различные по форме заготовки с ее одновременной центровкой;
- выполнения сварочной опоры и источника ультразвукового воздействия с возможностью вертикального перемещения и фиксации заготовки в зоне сварки.

Устройство карусельного типа для ультразвуковой сварки изделий из термопластичных материалов схематично показано на рис. 1 и рис. 2, на которых приняты следующие обозначения: 1 – основание; 2 – диск системы перемещения; 3 – шаговый двигатель; 4 – приводной вал системы вращения; 5 – подшипниковый узел; 6 – свариваемые заготовки изделия; 7 – опорные установочные элементы; 8 – захваты; 9 – приемный лоток для готовых изделий; 10 – источник ультразвукового воздействия; 11 – пневмоцилиндр источника ультразвукового воздействия; 12 – пневматический схват; 13 – пассивная опора.

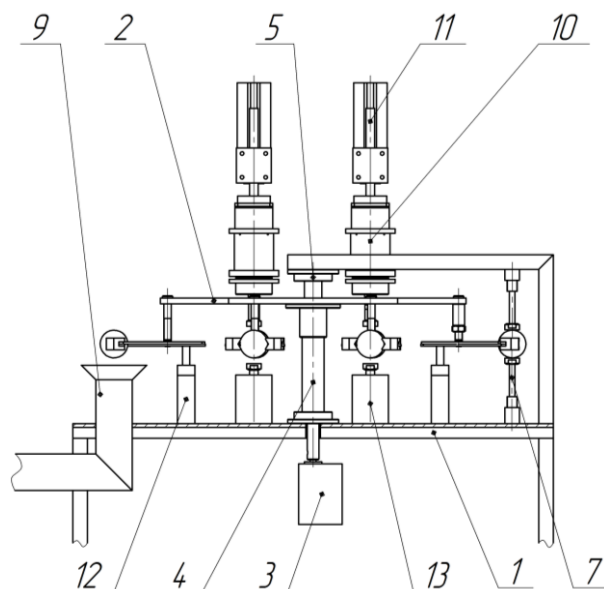


Рис. 1. Схема устройства карусельного типа

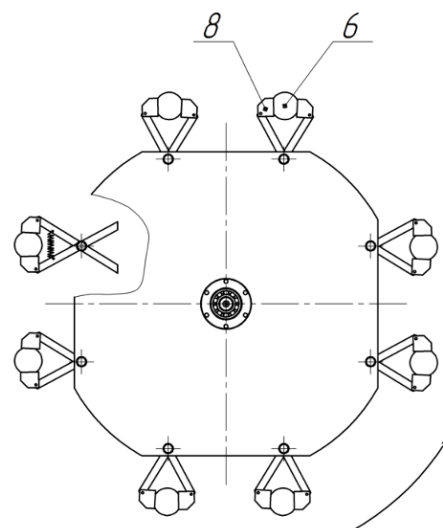


Рис. 2. Схема устройства конвейерного типа (вид сверху)

Устройство карусельного типа для ультразвуковой сварки изделий из термопластичных материалов работает следующим образом. Свариваемые заготовки 6 (например, две полусферы) вручную устанавливаются оператором между обращенными друг к другу опорными элементами 7. Возможность вертикального перемещения опорных элементов при помощи пневмоцилиндров позволяет устанавливать изделия различного диаметра, а выполненная специальным образом поверхность опорных элементов, контактирующая с изделием, позволяет зажимать установленную заготовку с ее одновременной центровкой. Далее, установленные заготовки сжимаются захватами 8 установленными на диске системы перемещения 2. Сжатие захватов производится за счет пружины, а разжимание за счет пневматических схватов 12. При этом внутренняя поверхность захватов выполнена формой, повторяющей форму участка

боковой поверхности свариваемого изделия. После установки заготовок и обработки системы схватов механизм перемещения поворачивается на 90° при помощи шагового двигателя 3 и приводного вала 4 закрепленного в подшипниковых узлах 5 закрепленных на основании 1. Поворот диска системы перемещения предоставляет оператору возможность установить новые заготовки. После остановки системы перемещения свариваемые заготовки находясь в зоне сварки фиксируются между пассивной сварочной опорой 13, выполненной с возможностью вертикального перемещения при помощи пневмоцилиндра и источником ультразвукового воздействия 10. Источник ультразвукового воздействия так же выполнен подвижным за счет применения пневмоцилиндров 11, причем форма рабочего окончания источника ультразвукового воздействия повторяет форму участка поверхности заготовки свариваемого изделия. Далее система схватов заготовок разжимается и включается ультразвуковое воздействие. После истечения времени необходимого для сварки, производится сжатие сваренной детали системой схватов, а сварочная опора и источник ультразвука отводятся от детали. Далее система перемещения совершает поворот на 90° в том же направлении. В момент остановки, система схватов разжимается и сваренные изделия, находясь в зоне разгрузки попадают в приемный лоток 9 для готовых изделий.

Разработанное устройство имеет следующие технические характеристики, приведенные в табл. 1:

ТАБЛИЦА I
 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Технические характеристики устройства	
1.1 Напряжение питающей сети частотой 50 Гц, В	220±22
1.2 Максимальная потребляемая мощность, Вт	600
1.3 Время непрерывной работы, ч, не более	8
1.4 Габаритные размеры, мм	850x850x1350
1.5 Масса, кг, не более	70,0
1.6 Давление сжатого воздуха питающей пневматической сети, МПа, не менее	0,5
1.7 Давление сжатого воздуха питающей пневматической сети, МПа, не более	0,7
1.8 Расход сжатого воздуха, л/мин, не менее	100
2. Технические характеристики источника ультразвукового воздействия	
2.1 Принцип преобразования электрических колебаний в механические	пьезоэффект
2.2 Частота механических колебаний, кГц	22±1,65
2.3 Амплитуда продольных колебаний сварочного инструмента при максимальной мощности, мкм, не менее	40
2.4 Диапазон регулирования мощности, %	30-100
2.5 Система охлаждения	принудительная, воздушная

Внешний вид разработанного и изготовленного устройства показан на рис. 3.



Рис. 3. Внешний вид автоматизированной линии

Предложенное устройство было разработано и испытано в производственных условиях предприятия ООО «Центр ультразвуковых технологий». В производственных условиях была обеспечена производительность не менее 3000 шт. изделий/час при работе линии с двумя источниками ультразвука.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований разработана и изготовлена автоматизированная линия для ультразвуковой сварки пластиковых шариков разного размера, обеспечивающая герметичное соединение по кольцевому шву. При создании автоматизированной линии решены следующие технические задачи:

- проведенный анализ позволил выявить наиболее эффективные способы повышения степени автоматизации процесса ультразвуковой сварки;
- предложен и реализован способ автоматизации транспортирования элементов шарика в зону ввода акустической энергии;
- спроектирована и изготовлена пьезоэлектрическая ультразвуковая колебательная система (УЗКС), обеспечивающая равномерный ввод акустической энергии в зону сварки шариков различных типоразмеров;
- разработан узел прижима ультразвуковой колебательной системы к свариваемому изделию.

Проведенные исследования показали, что разработанная автоматизированная линия обеспечивает высокое качество и повторяемость сварного соединения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков С.С. Сварка и склеивание пластмасс [Текст] / С.С. Волков, Ю.Н. Орлов, Р.Н. Астахова. – Издательство «Машиностроение», 1972.
2. Хмелев, В.Н. Ультразвуковая сварка термопластичных материалов [Текст]: монография / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, А.Д. Абрамов, С.С. Хмелев; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2014. – 281 с.
3. Хмелёв В.Н. Повышение эффективности энергетического воздействия при ультразвуковой сварке [Текст] / Хмелёв В.Н., Сливин А.Н., Абрамов А.Д. – Научно-технический вестник Поволжья. 2013. № 3. С. 278-281.
4. Khmelev V.N., Abramov A.D., Slivin A.N. Development of the ultrasonic welding equipment for ring seams formation [Текст] / International Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials, EDM - Proceedings 2008 International Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials - 9th Annual, EDM'2008. Сер. "2008 International Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials Proceedings - 9th Annual, EDM'2008" sponsors: Russian Foundation of Basic Researches (RFBR), Novosibirsk State Technical University, Inst. Semiconductor Physics Siberian Branch of Russian Acad. Sci., Biysk Technological Inst. I.I. Polzunov Altai State Tech. Univ., IEEE Russia Siberia Section. Novosibirsk, 2008. С. 231-234.
5. Транспортирующее устройство с поднимающим/опускающим столом, несущим транспортируемые объекты [Текст] / пат. 2337843 Рос. Федерация: МПК5 В61В13/12 / Накамура Д., Хаяси Н., Сагоу М. опубликовано: 10.11.2008.
6. Конвейерное устройство несущего типа [Текст] / пат. 2359893 Рос. Федерация: МПК5 В65G35/06 / Хаяси Н., опубликовано: 27.06.2009.