

05.11.16

СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СВАРОЧНОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СВАРКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ БАМПЕРОВ

В.Н. Хмелёв, А.Н. Сливин, В.А. Нестеров, Д.В. Генне, А.Д. Абрамов

Бийский технологический институт (филиал) АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Бийск

В статье представлены результаты работы по разработке ультразвукового аппарата и системы позиционирования ручного сварочного инструмента для сварки изделий из термопластов, применяющихся в автомобильной отрасли промышленности. Разработка специализированной системы позиционирования сварочного инструмента позволила обеспечить точное расположение сварных швов на изделии, а также задать точную величину заглабления сварочного инструмента, что позволяет повысить качество формирования сварных швов, прочность, надёжность и эксплуатационные характеристики автомобильных бамперов.

Ключевые слова: автоматизированная линия, колебательная система, сварной шов, полимерный материал, ультразвуковая сварка, бампер.

ВВЕДЕНИЕ

При изготовлении разнообразных изделий из полимерных термопластичных материалов часто используется соединение нескольких деталей (элементов) изделия друг с другом. При этом, образование соединения осуществляется с помощью УЗ сварки [1], позволяющей получить качественный сварной шов без применения клеев с высокой скоростью (от 0,3 до 5 секунд в зависимости от свойств материалов, толщины, размеров формируемого сварного шва). Выделение энергии ультразвуковых колебаний происходит локально в зоне контакта свариваемых изделий. При этом нагрева сварочного инструмента до высоких температур плавления материалов не происходит [2,3]. Все эти факторы способствуют равномерному переходу материала в текучее состояние и формированию качественного заклепочного соединения с эстетическим внешним видом.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время в автомобильной отрасли промышленности используется большое количество разнообразных изделий из термопластичных материалов (рис. 1). Среди изделий имеются такие, при изготовлении которых необходимо формировать сварные швы высокого качества с использованием ручного сварочного инструмента [4]. При этом, обеспечение сварных швов высокого качества определяет надёжность и высокие эксплуатационные характеристики конечного изделия [5].

К таким изделиям относится бампер для автомобильного транспорта, при производстве которого должно быть произведено формирование большого числа сварных швов (до 22), специальной конфигурации. Основной проблемой, при этом является труднодоступность расположения сварных швов и сложность их получения при помощи ручного сварочного

инструмента. Это связано с необходимостью обеспечения позиционирования и прижима сварочным инструментом к свариваемым материалам с боковой внутренней стороны бампера.



Рис. 1. Изделия из термопластов в автомобильной отрасли

Поскольку серийно изготавливаемых ультразвуковых аппаратов для реализации такой сварки нет, возникает необходимость в разработке и изготовлении специализированного оборудования [6-8] и системы позиционирования для ручной сварки изделий.

При создании, изготовлении и применении специализированного оборудования для сварки необходимо:

- предложить, разработать и реализовать ультразвуковой аппарат с колебательной системой и ручным сварочным инструментом для формирования швов специальной формы, имеющей развитую увеличенную площадь поверхности;
- разработать систему, которая бы позволила осуществить позиционирование и ограничить заглабление ручного сварочного инструмента при сварке

большого числа сварных швов в необходимых местах изделия;

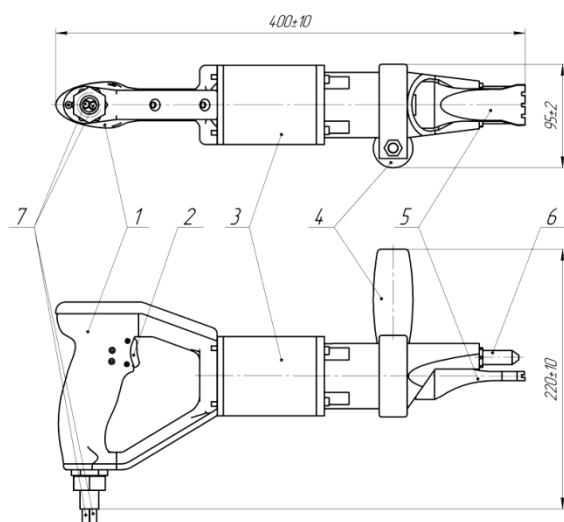
– отработать технологию, выбрав оптимальные режимы и условия сварки изделий, исследовать функциональные возможности аппарата и сформулировать рекомендации по его эффективному применению на производстве.

При решении первой из поставленных задач был разработан и практически реализован ультразвуковой аппарат с ручным сварочным инструментом (рис. 2).



Рис. 2. Ультразвуковой аппарат с ручным сварочным инструментом

Конфигурация рабочей поверхности сварочного инструмента выполнена таким образом, что позволяет увеличить площадь сформированного сварного шва. На рис. 3 представлен ручной сварочный инструмент ультразвукового аппарата.



1 – рукоятка задняя; 2 – кнопка; 3 – пьезоэлектрический преобразователь в корпусе; 4 – рукоятка передняя; 5 – рабочий инструмент; 6 – направляющие; 7 – кабель питания / кабель пневмосети

Рис. 3. Сварочный инструмент

Это позволяет повысить прочность и качество сварных швов и как следствие надёжность и высокие эксплуатационные характеристики конечного изделия [9,10].

Система управления ультразвукового аппарата обеспечивает высокоскоростное регулирование по напряжению, и стабилизацию амплитуды колебаний сварочного инструмента в процессе сварки с помощью чопперного регулятора напряжения. Система управления позволяет обеспечить точное выделение ультразвуковой энергии в зоне сварки и формирование качественного сварного шва [11].

В табл. 1 представлены технические характеристики ультразвукового сварочного аппарата.

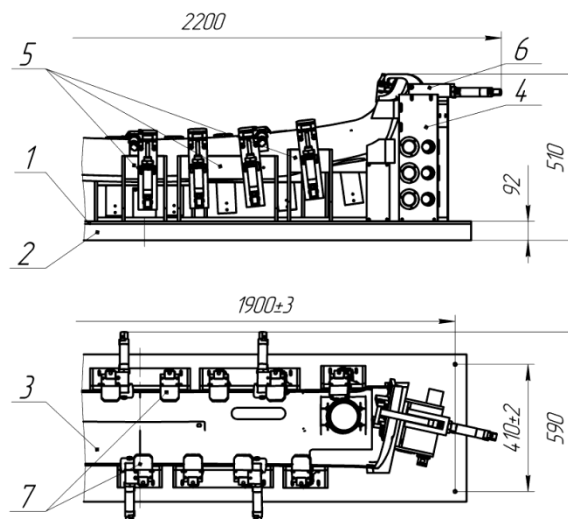
Табл. 1. Технические характеристики аппарата

Параметр	Значение
Мощность, ВА не более	1000
Частота ультразвуковых колебаний, кГц	22
Амплитуда колебаний рабочего инструмента, мкм	80
Толщина свариваемых листовых материалов, мм	1 – 7
Размер формируемого сварного соединения, мм	35x8
Время сварки одного сварного шва, сек	2-5

Ультразвуковая колебательная система имеет специальные ограничители-направляющие, которые позволяют обеспечить точное ручное позиционирование сварочного инструмента.

Это обеспечивается за счёт применения новой системы позиционирования.

При решении второй из поставленных задач была разработана и практически реализована система, представленная на рис. 4.



1 – станина; 2 – каркас; 3 – бампер; 4 – поддержка бампера боковая (кронштейн сварочных опор); 5 – регулируемые сварочные позиции; 6 – опора сварки бокового кронштейна; 7 – направляющая сварочного инструмента

Рис. 4. Система позиционирования сварочного инструмента

Новая система позиционирования позволяет обеспечить фиксацию свариваемых изделий при помощи пневмоцилиндров, и исключить их смещение в процессе сварки. Система позиционирования позволяет установить сварочный инструмент в определённые места изделий (рис. 5) и ограничить заглубление сварочного инструмента в процессе сварки на определенном расстоянии, при расплавлении материалов.

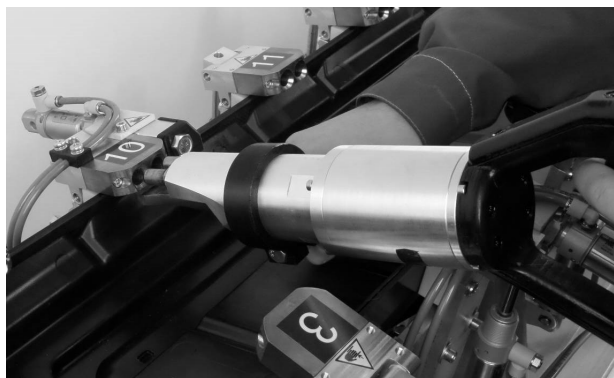


Рис. 5. Процесс формирования сварного шва

Это позволяет получить сварные швы в нужных местах изделия и исключить сквозное проплавление изделий и образование несформированного сварного шва.

Разработанная система позволила обеспечить сжатие и исключить сдвиг свариваемых поверхностей бампера под воздействием ультразвуковых колебаний, при формировании швов, осуществить позиционирование и ограничить заглубление ручного сварочного инструмента в процессе сварки [12,13].

В результате выполнения работы предложен, изготовлен и исследован ультразвуковой аппарат для сварки автомобильных бамперов.

В основу аппарата положен ручной сварочный инструмент с пьезоэлектрической колебательной системой. Рабочая поверхность сварочного инструмента имеет увеличенную площадь рабочей поверхности, позволяющую обеспечить формирование сварного шва специальной формы.

Разработанный аппарат при максимальной потребляемой электрической мощности в 1000 Вт и амплитуде ультразвукового воздействия в процессе сварки в пределах 50-80 мкм обеспечивает формирование качественного соединения за 4-5 с.

Разработана система позиционирования сварочного инструмента. Новая система позиционирования позволяет обеспечить фиксацию свариваемых изделий при помощи пневмоцилиндров, обеспечить сварку в труднодоступных местах изделия, ограничить заглубление ручным сварочным инструментом в процессе сварки на определенном расстоянии, при расплавлении материалов.

Проведенные исследования и испытания созданного аппарата и системы позиционирования позволи-

ли подтвердить эффективность применения в промышленных условиях и выработать рекомендации по ультразвуковой сварке автомобильных бамперов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы предложена, изготовлена и исследована специализированная полуавтоматическая линия для приваривания полимерной пленки к корпусу из полимерного термопластичного материала и ее последующей вырубке.

В основу линии положена специальная высокочастотная пьезоэлектрическая колебательная система со сменным рабочим инструментом, обеспечивающим одновременную сварку и обрезку пленки.

Разработанная полуавтоматическая линия при максимальной потребляемой электрической мощности в 400 Вт и амплитуде ультразвукового воздействия в процессе сварки в пределах 30-40 мкм обеспечивает формирование качественного соединения за 0,3-1 с. Проведенные исследования и испытания созданной полуавтоматической линии позволили подтвердить эффективность ее применения в промышленных условиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Khmelev, V. N., et al, "Development of the Method of Manufacture and Ultrasonic Welding of Geo-grids from Thermoplastics," 2007 8th Annual International Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials, EDM'07 - Proceedings 2007 8th Annual International Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials, EDM'07. Russian Foundation of Basic Researches (RFBR), pp. 311-315, July 2007.
2. Khmelev, V. N., et al, "Theoretical investigations of continuous ultrasonic seam welding of thermoplastic polymers and fabrics," 11th Annual International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM'2010 - Proceedings 2010 11th Annual International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM'2010: Russian Foundation for Basic Research (RFBR), pp. 341-344, July 2010.
3. Пат. 2322551 Российская Федерация, МПК³ E02D 17/20 B29C 65/02 B29C 65/18. Способ изготовления решетки с ячеистой структурой для укрепления грунтовых поверхностей [Текст] / Хмелев В.Н., Цыганок С.Н., Сливин А.Н., Барсуков Р.В., Левин С.В., Абрамов А.Д.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» – № 2006143096/04; заявл. 05.12.2006; опубл. 20.04.2008, 8 с.: ил.
4. Ультразвуковая сварка термопластичных материалов: монография [Текст] / В.Н. Хмелев [и др.]; под ред. В.Н. Хмелева. – Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2014. – 281 с.
5. Хмелев, В.Н. Повышение эффективности энергетического воздействия при ультразвуковой сварке / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, А.Д. Абрамов // Научно – технический вестник Поволжья. – 2013. – № 3. – С. 278-281.
6. Khmelev, V. N., A. N. Slivin, and A. D. Abramov, "Perfecting of the Technology and Development of the Apparatuses for Ultrasonic Welding," 14th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices EDM, 2013, pp. 182-186, July 2013.
7. Khmelev, V. N., A. N. Slivin, and A. D. Abramov, "Model of process and calculation of energy for a heat generation of a welded joint at ultrasonic welding polymeric thermoplastic materials," 2007 8th Annual International Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials, EDM'07 - Proceedings 2007 8th Annual International Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials, EDM'07. Rus-

sian Foundation of Basic Researches (RFBR), 2007, pp. 316–322, July 2007.

8. ГОСТ 32491-2013 Материалы геосинтетические. Метод испытания на растяжение с применением широкой ленты [Текст]. – Введ. 2015–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 2014. – 17 с. : ил.

9. Хмелев, В.Н. Совершенствование ультразвуковой сварки и создание аппаратов для её реализации / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, А.Д. Абрамов // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – № 4. – С. 152–157.

10. Сливин, А. Н. Создание ультразвуковых аппаратов с оптимизацией энергетического воздействия для повышения эффективности сварки [Текст] / А.Н. Сливин // диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Бийск: 2008. – 180 с.: ил.

Хмелев Владимир Николаевич – д.т.н., заместитель директора по научной работе, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел. (3854)432481, e-mail: vnh@bti.secna.ru.

Сливин Алексей Николаевич – к.т.н., доцент кафедры методов и средств измерений и автоматизации, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел. (3854)432570, e-mail: san@bti.secna.ru.

Абрамов Алексей Дмитриевич – инженер кафедры технологии машиностроения и качества, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел. (3854)432581, e-mail: abramov@bti.secna.ru.

Генне Дмитрий Владимирович – инженер кафедры методов и средств измерений и автоматизации, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел. (3854)432581, e-mail: gdv@bti.secna.ru.

Нестеров Виктор Александрович – к.т.н., доцент кафедры методов и средств измерений и автоматизации, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел. (3854)432570, e-mail: nva@bti.secna.ru.

POSITIONING SYSTEM OF THE WELDING TOOL FOR ULTRASONIC WELDING OF AUTOMOBILE BUMPERS

V.N. Khmelev, A.N. Slivin, V.A. Nesterov, D.V. Genne, A.D. Abramov

Biysk Technological Institute (branch) of the AltSTU

Abstract – In article results of work on development of the ultrasonic device and the system of positioning of the hand welding tool for welding of products from the thermoplastics which are applied in an automobile industry are provided. Development of specialized system of positioning of the welding tool allowed to provide an exact arrangement of welded seams on a product and also to set the exact size of burying of the welding tool that allows to increase quality of forming of welded seams, durability, reliability and utilization properties of automobile bumpers.

Index terms: automatic line, oscillatory system, joint weld, polymeric material, ultrasonic welding, bumper.

REFERENCES

1. Khmelev, V. N., et al., "Development of the Method of Manufacture and Ultrasonic Welding of Geo-grids from Thermoplastics," *2007 8th Annual International Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials, EDM'07 - Proceedings 2007 8th Annual International Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials, EDM'07. Russian Foundation of Basic Researches (RFBR)*, pp. 311–315, July 2007.
2. Khmelev, V. N., et al., "Theoretical investigations of continuous ultrasonic seam welding of thermoplastic polymers and fabrics," *11th Annual International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM'2010 - Proceedings 2010 11th Annual International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM'2010: Russian Foundation for Basic Research (RFBR)*, pp. 341–344, July 2010.
3. Khmelev, V. N., "The method of production of geocells for the strengthening of soils," RU Patent 2322551, MPK5 E02D 17/20 B29C 65/02 B29C 65/18, April 20, 2008.
4. Khmelev, V. N., et al., Ultrasonic welding of thermoplastic materials, Biysk: Altay State Technical University publishing, 2014.
5. Khmelev, V. N., A. N. Slivin, and A. D. Abramov, "Efficiency increase of power influence at the ultrasonic welding," *14th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices EDM, 2013*. – № 3. – pp. 278–281.
6. Khmelev, V. N., A. N. Slivin, and A. D. Abramov, "Perfecting of the Technology and Development of the Apparatuses for Ultrasonic Welding," *14th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices EDM, 2013*, pp. 182–186, July 2013.
7. Khmelev, V. N., A. N. Slivin, and A. D. Abramov, "Model of process and calculation of energy for a heat generation of a welded joint at ultrasonic welding polymeric thermoplastic materials," *2007 8th Annual International Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials, EDM'07 - Proceedings 2007 8th Annual International Workshop and Tutorials on Electron Devices and Materials, EDM'07. Russian Foundation of Basic Researches (RFBR), 2007*, pp. 316–322, July 2007.
8. Geosynthetic materials. Method of tension test with the application of broad tape, State Standard 32491-2013.
9. Khmelev, V. N., A. N. Slivin, and A. D. Abramov, "Improvement of ultrasonic welding and development of the apparatuses at its realization," *Izvestiya of Tomsk Polytechnic University*, vol. 323, Issue 4, pp. 152–157, 2013.
10. Slivin, A. N., "Creation of ultrasonic devices with optimization of power influence for increase of efficiency of welding," Ph.D. dissertation, the Altai state technical university of I.I. Polzunov, Biysk, 2008.

Khmelev Vladimir Nikolaevich – professor, deputy director for science, Biysk Technological Institute, (3854)432581, e-mail: vnkh@bti.secna.ru.

Slivin Alexey Nikolaevich – docent, Biysk Technological Institute, (3854)432570, e-mail: san@bti.secna.ru.

Nesterov Viktor Aleksandrovich – docent, Biysk Technological Institute, (3854)432570, e-mail: nva@bti.secna.ru.

Genne Dmitriy Vladimirovich – engineer, Biysk Technological Institute, (3854)432581, e-mail: gdv@bti.secna.ru.

Abramov Alexey Dmitrievich – engineer, Biysk Technological Institute, (3854)432581, e-mail: abramov@bti.secna.ru.