

Ультразвуковая сварка медных проводов с применением
формирующего элемента

Шестель Л.А., Куташов Д.А., Хасанов Р.Н., Машанова Д.О.
Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация: В статье рассмотрена ультразвуковая сварка электрических контактов медных проводов с применением формирующего элемента.

Ключевые слова: сварка, медь, контакт, ультразвук, оборудование.

При изготовлении электрических приборов различного назначения, не возможно обойтись без применения процессов неразъемного соединения отдельных их элементов. Для этого используется холодная сварка, пайка и др. способы соединения. При холодной сварке имеет место значительная деформация места соединения, а пайка - процесс весьма трудоёмкий и экономически затратный [2].

В последнее время широкое применение находит ультразвуковая сварка. Процесс этот достаточно производительный, экономичный, при котором получают высокопрочные сварные швы. С помощью ультразвуковой сварки реализуется точечная сварка разнородных и разнотолщинных изделий из меди, серебра, хрома, никеля и других пластичных металлов и сплавов.

В настоящее время трудно назвать отрасль промышленности, которая бы в той или иной мере не использовала возможности этого метода, например, электротехника, радиотехника, микроэлектроника, автомобилестроение и др. В частности соединение вставок предохранителей, выводов полюсов аккумуляторов и батарей, алюминиевых радиаторов, выводов реле, электролитических конденсаторов, сварки концов проводов с применением металлических трубок, сварки многожильных проводов и т.д.

Полученные с помощью ультразвуковой сварки соединения обладают достаточно высокими эксплуатационными характеристиками – электропроводность, электрическое сопротивление, близкое к основному материалу, высокая температурная стойкость, увеличенный срок службы, по сравнению, например, с паяными соединениями [3].

В состав оборудования для ультразвуковой сварки (рисунок 1) входит сварочная установка (рисунок 1, а) и ультразвуковой генератор УЗГ-2-4М (рисунок 1, б). Установка состоит из сварочного узла, представляющего собой стержневую двух полуволновую ультразвуковую колебательную систему частотой 22 кГц с рабочим инструментом, опорного устройства, механизма создания сварочного давления, технологической оснастки, системы управления сварочным процессом – частота ультразвуковых колебаний (f), амплитуда накопленного рабочего инструмента, сварочное давление, время пропускания ультразвукового импульса. Все узлы и устройства смонтированы в корпусе установки, а панели управления процессом сварки расположены и на генераторе –

настройка частоты ультразвуковых колебаний и их мощность. Корпус установки может быть выполнен как в напольном, так и в настольном варианте.



а)



б)

а – сварочная установка; б – сварочный генератор

Рисунок 1 – Оборудование для ультразвуковой сварки

Процесс сварки состоит в следующем: ультразвуковой генератор преобразует электрическую энергию промышленной частоты в электрическую энергию ультразвуковой частоты (20 ± 2 кГц). Преобразователь ультразвуковой колебательной системы преобразует электрическую энергию высокой частоты в механические колебания, которые усиливаются с помощью волновода и через инструмент подаются в зону сварки. В месте контакта свариваемых поверхностей первоначально происходит сглаживание микронеровностей контактирующих поверхностей, а затем – разрушение и вытеснение окисных пленок за пределы зоны интенсивного трения. В этих зонах образуются узлы схватывания, где под действием больших давлений образуются металлические связи по всей поверхности контакта. Механические колебания наконечника инструмента, направленные тангенциально к свариваемым поверхностям, совместно со статическим сварочным усилием, направленным по нормали к свариваемым поверхностям, обеспечивают ввод необходимой механической энергии в свариваемые детали для получения между деталями сварного соединения [4].

Существующие схемы ультразвуковой сварки металлов [1] выполняемые, как правило, в свободном состоянии тонколистовых деталей или монопроводов малого диаметра приемлемы при соединении между собой и в разных сочетаниях, а также при приваривании их к массивным толстостенным деталям. Однако при сварке деталей значительной толщины листов и диаметра проволок, а, особенно, при сварке многожильных проводов возникают значи-

тельные трудности при получении сварных соединений необходимого качества, Это происходит в результате значительной деформации зоны соединения вследствие одновременного воздействия сварочного давления и ультразвуковых колебаний. В этом случае даже весьма точная дозировка ультразвуковой энергии по времени не обеспечивает желаемого результата.

Пример получения сварного соединения медного многожильного провода полученного с помощью ультразвуковой сварки по традиционной схеме приведён на рисунке 2.

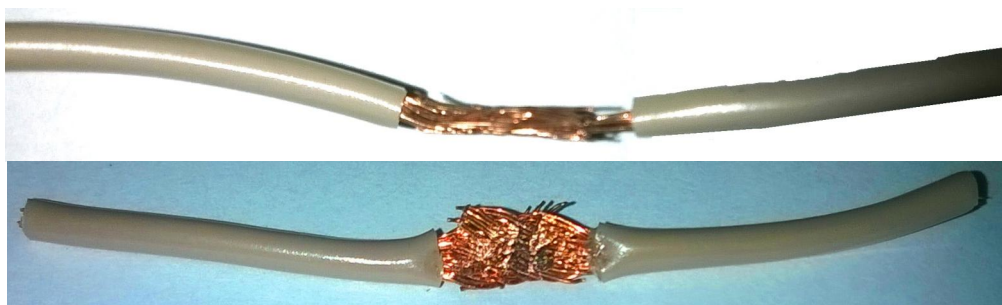


Рисунок 2 – Многожильный медный провод сваренный ультразвуковой сваркой

В этом случае наблюдается значительная деформация – «расплескивание» жил проводов, вследствие, отсутствия фиксации их в зоне сварки в момент создания сварочного давления, и прохождения через них ультразвукового импульса происходит раздавливание этих «жил» по площади контакта, что приводит к снижению эксплуатационных характеристик сваренных проводов, в частности, электрического сопротивления и механической прочности при многократном изгибе.

Для устранения этих недостатков была предложена схема ультразвуковой сварки с применением формующего элемента, представляющего собой тонкостенную металлическую втулку длиной равной ширине сварной точки и внутренним диаметром, соответствующем суммарной площади свариваемых многожильных проводов

Были выполнены пробные сварки по указанной схеме многожильных проводов сечением 1.5 мм^2 . Полученное сварное соединение с формующим элементом представлено на рисунке 3. Были проведены прочностные испытания на многократный изгиб и растяжение до и после изгиба, которые показали достаточно высокие прочностные и электрические показатели. Полученные образцы имеют достаточно эстетичный внешний вид

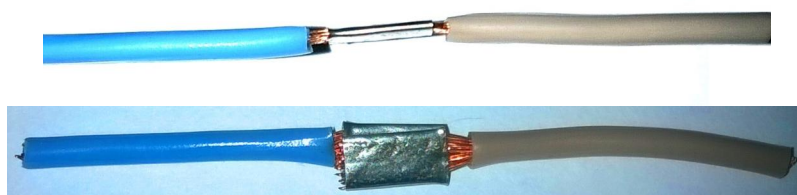


Рисунок 3 – Сварное соединение с формующим элементом

Таким образом предложенная схема ультразвуковой сварки с формующим элементом представляется весьма перспективной, так как расширяет область применения ее для сварки многожильных проводов.

Однако имеются и недостатки – применение дополнительной детали, что влечет за собой усложнение процесса сварки - подготовка под сварку, увеличение веса изделия, а также затраты на изготовление указанной детали.

В дальнейшем предполагается более подробное изучение этого вопроса

Библиографический список

1. Холопов, Ю.В. Ультразвуковая сварка / Ю.В. Холопов. – Л.: «Машиностроение», 1972. – 152 с.
2. Ультразвуковая сварка медных контактов [Текст] / Д.А. Куташов, А.С. Свичкарь, Л.А. Шестель // Актуальные проблемы современной науки: материалы IV регион. молодёж. науч.-практич. конф. с междунар. участием (Омск, 17 апр. 2015) / Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. – С. 29–32.
3. Соединение медных проводов с помощью ультразвуковой сварки [Текст] / Л.А. Шестель, Д.А. Куташов, Н.Н. Петров // Наука и образование в XXI веке: сбор. науч. труд. по материал. междунар. науч.-практич. конф. (31 октября 2014) -15ч. / Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком». 2014. – С. 151–152.
4. Соединение медных проводов с помощью ультразвуковой сварки [Текст] / Д.А. Куташов, А.С. Свичкарь, Л.А. Шестель // Техника и технологии машиностроения: материалы IV междунар. студ. науч-практ. конф. (Омск, 25-30 марта 2015 г.) / Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. – С. 140–142.