

## ТЕХНОЛОГИИ

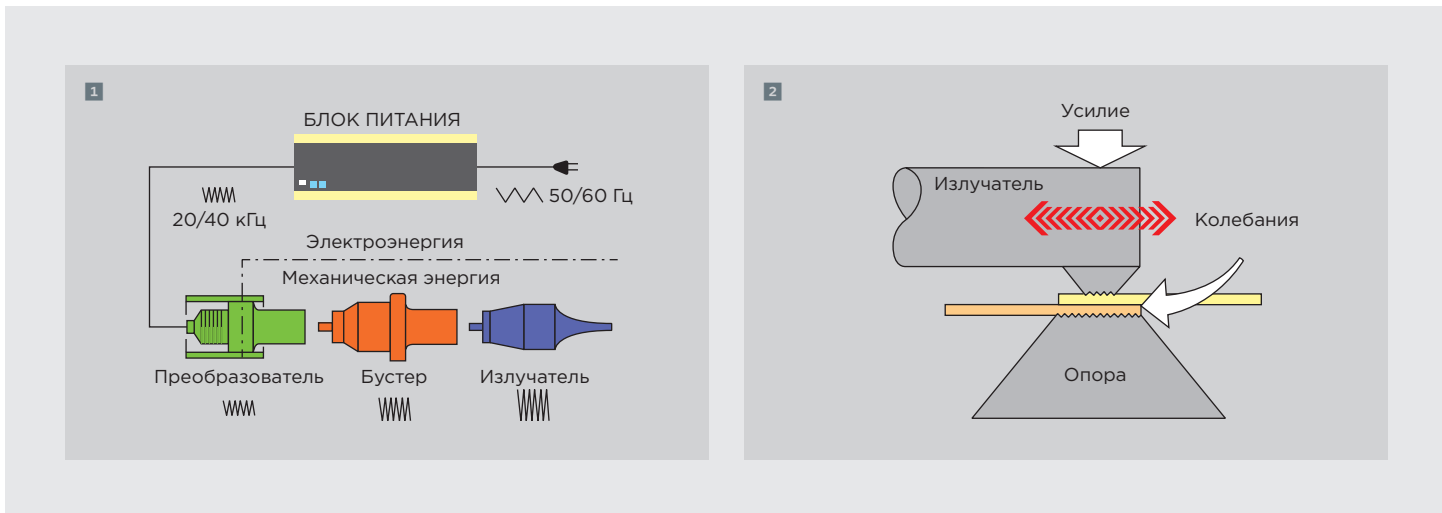
# Ультразвуковая сварка – возможности применения в жгутовом производстве и не только



Текст: Роман Лыско



Еще в 40-е годы прошлого века появились разработки в области промышленного применения ультразвукового излучения. Одним из направлений разработок была предварительная очистка поверхностей свариваемых деталей ультразвуком. Параллельно получило развитие использование ультразвука для сварки металлов и других материалов. Во время проведения испытаний и лабораторных исследований разработчики отметили, что металлические образцы сваривались под воздействием ультразвука еще до воздействия электрическим током. Можно сказать, что этот процесс был открыт в какой-то степени случайно.



1, 2  
Процесс передачи и преобразования энергии в системе ультразвуковой сварки, процесс ультразвуковой сварки

Сегодня трудно найти отрасли производства, где бы не применялась ультразвуковая сварка. Наиболее активно она используется в автомобильной, электротехнической промышленности, в производстве бытовой электроники, холодильных установок, аккумуляторных батарей, в солнечной энергетике, все чаще ее применяют в специальных отраслях, в том числе авиационно-космической.

Рассмотрим подробнее эту технологию и области ее применения.

В системах ультразвуковой сварки высокочастотная электрическая энергия преобразуется в механические колебания в преобразователе (рис 1). Частота генерируемого ультразвука составляет от 20 кГц. Ультразвуковая металлическая сварка – это диффузионный процесс в твердом состоянии при одновременном воздействии на свариваемые поверхности высокочастотных колебаний, прижимного давления и теплового воздействия. Высокочастотные колебания, приложенные под нагрузкой, разрушают поверхностные пленки и оксиды, образуя чистое, контролируемое, диффузионное сварное соединение (рис 2). Происходит сухое и чистое трение, в результате которого образуются узлы схватывания. Атомы свариваемых деталей образуют между собой связи, что и создает такое соединение.

Для качественного процесса ультразвуковой сварки важно обеспечить оптимальное соотношение трех ключевых параметров:

- времени – продолжительность воздействия ультразвуковыми колебаниями;
- амплитуды колебаний – величина смещения в процессе колебаний;
- величины прижимного усилия.

У процесса есть ряд существенных преимуществ:

- возможность сваривать поверхности без предварительной очистки. Окислы и другие поверхностные загрязнения очищаются в процессе сварки под воздействием ультразвука;

- возможность сварки тонких материалов и приварки тонких материалов к материалам большой толщины;
- относительно низкие температуры процесса. Нагрев не более чем до 1/3 температуры плавления материалов, не вносящий существенных изменений в физические свойства металлов;
- отсутствие вредных выделений и безопасность процесса для рабочего персонала;
- высокая прочность сварного соединения;
- высокие токопроводящие свойства соединения и низкое переходное сопротивление;
- возможность соединения однородных и разнородных материалов;
- низкая стоимость сварных соединений.

Российские производители жгутовой и другой электротехнической продукции уже оценили все преимущества использования ультразвуковых соединений. Пока эта технология больше применяется в гражданском сегменте, но производители специальной техники также проявляют к ней интерес. Переход на ультразвуковую сварку вполне возможен по ряду видов жгутовой продукции даже несмотря на определенные ограничения в отраслевых и государственных стандартах.

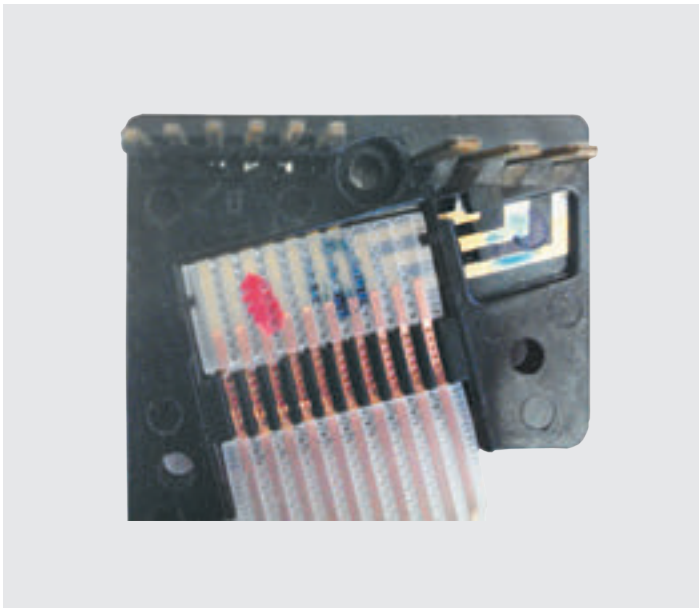
Решения, которые предлагает ГК Остек для ультразвуковой сварки от наших партнеров, компании Branson (Emerson), позволяют технологам в минимальное время подобрать необходимые режимы и параметры (рис 3). Высокие прочностные характеристики, достигающие 70 % от базового материала, позволяют обеспечить высокое качество и надежность жгутового соединения.

Приведем примеры использования ультразвуковой сварки для различных решений.

Первый – ультразвуковая сварка ленточного провода с контактными выводами (рис 4).



3 Система ультразвуковой сварки Branson MWX 100



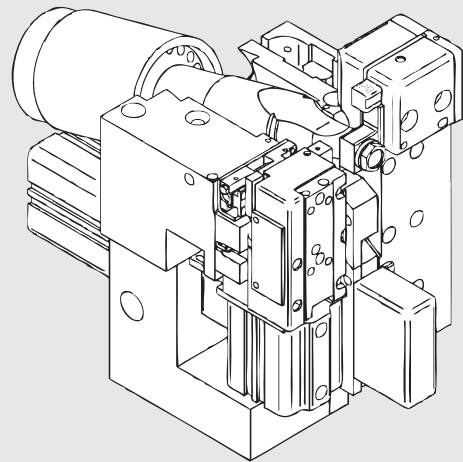
4 Ультразвуковая сварка медных жил ленточного провода и контактных площадок соединителя

В журнале «Вектор высоких технологий» № 4 (33)<sup>1</sup> мы рассказывали о том, что ленточные провода активно используются в приборостроении. Машина ультразвуковой сварки логично дополняет автоматизированный комплекс лазерной обработки ленточных проводов БАУМ-ЛЗ-50. Заказчик может получить решение не только для обработки ленточных проводов (лазерной зачистки и мерной резки), но и для сварки жил шлейфа с контактами соединителя.

Другой пример использования ультразвуковой свар-

### О компании Branson-Emerson

В 1942 году Норман Брэнсон (Norman Branson) разработал ультразвуковые решения для использования в промышленности. В 1984 компания Branson стала частью корпорации Emerson. По версии Fortune в 2010 году Emerson заняла 3-е место из компаний электронной индустрии в категории «World's Most Admired Companies» - «Наиболее авторитетные компании». Направлением ультразвуковой сварки в компании занимаются более 1800 человек. Помимо производственных мощностей в США и Европейском Союзе есть собственные лаборатории и технические центры. Среди клиентов Branson-Emerson такие компании как LEAR, Nissan, Tesla, Sony, Panasonic, Hitachi, Samsung, LG



Одна из запатентованных разработок компании в области ультразвуковой сварки

ки – это сварка разнородных материалов. Благодаря этому возможно комбинировать в изделии различные проводные материалы и соединители (рис 5). В **Т 1** представлена совместимость различных материалов. Помимо использования этой информации мы рекомендуем при подборе оборудования проводить тестирование материалов. Это можно сделать в демонстрационном зале Остека или получить тестовое заключение от производителя оборудования вместе с результатами pull-test и peel-test.

Еще один пример: в жгутовом и приборном производстве представлены контакты, соединители и разъ-

<sup>1</sup> Статья «БАУМ ЛЗ-50 – новинка для обработки шлейфов. Автоматизация возможна».



5 Ультразвуковое сварное соединение разнородных материалов

емы из различных материалов, поэтому в ряде случаев ультразвуковая сварка может стать хорошей альтернативой традиционной опрессовке и пайке. Возрастающая интеграция жгутов с электронными компонентами, модулями и устройствами также расширяет возможности ее применения.

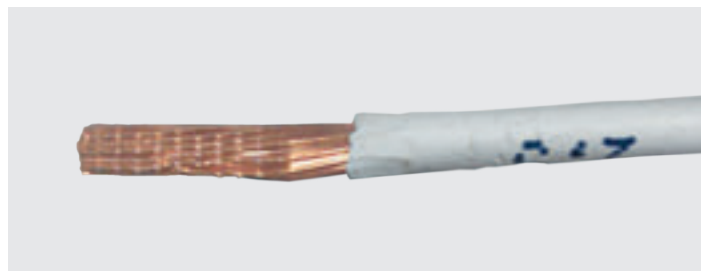
С помощью ультразвуковой сварки можно делать сращивание проводных заготовок с высокими прочностными характеристиками (рис 6).

Такой способ дает широкие возможности разработчикам и конструкторам при проектировании геометрии жгутовых изделий и комбинировании проводных материалов в жгутовом изделии, становится меньше ограничений в технологической реализации конструкторских решений.

Еще одна возможность повышения технологичности и одновременно снижения массогабаритных характери-




6 Сращивание проводов (splice) методов ультразвуковой сварки



7 Сварка жил провода ультразвуком

стик жгутовых изделий – сварка наконечников обработанных проводов, когда жилы провода спрессовываются и свариваются в единое целое (рис 7). Такая сварка позволяет отказаться от контактов и наконечников.

Ультразвуковая сварка жилы провода позволила одному из наших заказчиков обеспечить существенную экономию на контактах для клеммных разъемов без потери в качестве проводного соединения как с точки зрения механической прочности, так и токопроводящих свойств.

Еще одно применение ультразвуковой сварки – производство солнечных элементов, литий-ионных и аккумуляторных батарей, используемых в электромобилях. Для таких изделий важно обеспечить соединение элементов с минимальными значениями переходного сопротивления, поэтому производители по достоинству оценили возможности ультразвука. 

**Ультразвуковая сварка – это возможность создать прочные соединения с высокими токопроводящими свойствами. Опыт применения технологии в различных отраслях позволяет в короткие сроки обосновать применение ультразвуковой сварки в отраслях специального применения. В ряде зарубежных стандартов, в частности IPC/WHMA-A-620, прописаны критерии контроля качества ультразвуковых сварных соединений. Остек, совместно со своим партнером, компанией Branson, предлагает следующие технологические решения: адаптацию оснастки машин ультразвуковой сварки под конкретные задачи заказчика, экспертное заключение о возможности сварки тех или иных материалов, предоставление результатов тестирования сварных соединений.**



