**Ultrasonic welding**

Ultrasonic welding is an industrial technique whereby high-frequency ultrasonic acoustic vibrations are locally applied to workpieces being held together under pressure to create a solid-state weld. It is commonly used for plastics, and especially for joining dissimilar materials. In ultrasonic welding, there are no connective bolts, nails, soldering materials, or adhesives necessary to bind the materials together.

History

In 1960 Sonobond Ultrasonics, originally known as Aeroprojects, Incorporated, developed the first metal ultrasonic welding machine to be awarded a United States Patent.

Process

For joining complex injection molded thermoplastic parts, ultrasonic welding equipment can be easily customized to fit the exact specifications of the parts being welded. The parts are sandwiched between a fixed shaped nest (anvil) and a sonotrode (horn) connected to a transducer, and a ~20 kHz low-amplitude acoustic vibration is emitted. (Note: Common frequencies used in ultrasonic welding of thermoplastics are 15 kHz, 20 kHz, 30 kHz, 35 kHz, 40 kHz and 70 kHz). When welding plastics, the interface of the two parts is specially designed to concentrate the melting process. One of the materials usually has traditionally a spiked energy director which contacts the second plastic part. The ultrasonic energy melts the point contact between the parts, creating a joint. This process is a good automated alternative to glue, screws or snap-fit designs. It is typically used with small parts (e.g. cell phones, consumer electronics, disposable medical tools, toys, etc.) but it can be used on parts as large as a small automotive instrument cluster. Ultrasonics can also be used to weld metals, but are typically limited to small welds of thin, malleable metals, e.g. aluminum, copper, nickel. Ultrasonics would not be used in welding the chassis of an automobile or in welding pieces of a bicycle together, due to the power levels required.

Ultrasonic welding of thermoplastics causes local melting of the plastic due to absorption of vibration energy. The vibrations are introduced across the joint to be welded. In metals Ultrasonic welding occurs due to high-pressure dispersion of surface oxides and local motion of the materials. Although there is heating, it is not enough to melt the base materials. Vibrations are introduced along the joint being welded.

Practical application of ultrasonic welding for rigid plastics was completed in the 1960s. At this point only hard plastics could be welded. The patent for the ultrasonic method for welding rigid thermoplastic parts was awarded to Robert Soloff and Seymour Linsley in 1965.[1] Soloff, the founder of Sonics & Materials Inc., was a lab manager at Branson Instruments where thin plastic films were welded into bags and tubes using ultrasonic probes. He unintentionally moved the probe close to a plastic tape dispenser and the halves of the dispenser welded together. He realized that the probe did not need to be manually moved around the part but that the ultrasonic energy could travel through and around rigid plastics and weld an entire joint.[1] He went on to develop the first ultrasonic press. The first application of this new technology was in the toy industry.[2]

The first car made entirely out of plastic was assembled using ultrasonic welding in 1969.[2] Even though plastic cars did not catch on ultrasonic welding did. The automotive industry has used it regularly since the 1980s.[2] It is now used for a multitude of applications.

Ultrasonic welding can be used for both hard and soft plastics, such as semicrystalline plastics, and metals. Ultrasonic welding machines also have much more power now. The understanding of ultrasonic welding has increased with research and testing. The invention of more sophisticated and inexpensive equipment and increased demand for plastic and electronic components has led to a growing knowledge of the fundamental process.[2] However, many aspects of ultrasonic welding still require more study, such as relating weld quality to process parameters.[3] Ultrasonic welding continues to be a rapidly developing field.

Benefits of Ultrasonic welding are that it is much faster than conventional adhesives or solvents. Drying time is very quick, the pieces do not need to remain in a jig for long periods of time waiting for the joint to dry or cure. The welding can easily be automated also, making clean and precise joints. Site of the weld is also very clean not needing any touch up to material and bond.

Components

All ultrasonic welding systems are composed of the same basic elements:

A press to put the 2 parts to be assembled under pressure

A nest or anvil where the parts are placed and allowing the high frequency vibration to be directed to the interfaces

An ultrasonic stack composed of a converter or piezoelectric transducer, an optional booster and a sonotrode (US: Horn). All three elements of the stack are specifically tuned to resonate at the same exact ultrasonic frequency (Typically 20, 30, 35 or 40 kHz)

Converter: Converts the electrical signal into a mechanical vibration

Booster: Modifies the amplitude of the vibration. It is also used in standard systems to clamp the stack in the press.

Sonotrode: Applies the mechanical vibration to the parts to be welded.

An electronic ultrasonic generator (US: Power supply) delivering a high power AC signal with frequency matching the resonance frequency of the stack.

A controller controlling the movement of the press and the delivery of the ultrasonic energy.

**Ультразвуковая сварка**

Ультразвуковая сварка – промышленная технология, посредством которой высокочастотными ультразвуковыми вибрациями, воздействующими на участки заготовок, которые находятся под давлением, создается монолитный сварной шов. Эта сварка обычно применяется для пластмасс, особенно для соединения разнородных материалов. При данной сварке, что бы соединить материалы друг с другом не требуются соединительные болты, гвозди, присадочные материалы или склеивающие вещества.

История открытия

Sonobond Ultrasonics, так же известная как Aeroprojects, Inc., разработала первый ультразвуковой сварочный аппарат в 1960 году и получила Патент США.

Сущность процесса

Для соединения сложных деталей пресс-форм для заливки материала под давлением, оборудование ультразвуковой сварки может быть легко настроено, что бы соответствовать форме свариваемых деталей. Заготовки размещаются между закрепленным гнездом требуемой формы (наковальней) и звуковым излучателем (горном), подключенному к преобразователю, далее создаются звуковые колебания с малой амплитудой и частотой примерно 20 кГц. (Примечание: обычно в ультразвуковой сварке термопластов используются следующие частоты: 15 кГц, 20 кГц, 30 кГц, 35 кГц, 40 кГц и 70 кГц). При сварке деталей из пластика поверхности обеих деталей специально сконструированы, что бы способствовать процессу плавки. Один из материалов обычно обладает традиционной игольчатой направляющей энергии, которая контактирует со второй заготовкой. Энергия ультразвука расплавляет точки контакта между заготовками, тем самым создавая соединение. Данный процесс – легко автоматизируемая замена клею, винтам или клепкам. Ультразвуковая сварка обычно используется для соединения небольших деталей (например, мобильных телефонов, бытовой электроники, одноразовых медицинских приборов, игрушек и т.п.), но может быть применена и для более крупных деталей, таких как автоматические инструментальные кластеры. Ультразвук так же можно использовать для сварки металлов, но их сварка обычно сводится к сварке заготовок с небольшой толщиной из ковких металлов, таких как алюминий, медь, никель. Ультразвуковая сварка не может быть использована для сварки рамы автомобилей или велосипедов из-за недостижимых уровней требуемой энергии.

Из-за поглощения вибрационной энергии ультразвуковая сварка термопластов вызывает точечное расплавление пластика. Вибрации располагают вдоль всей соединяемой площадки. При сварке металлов соединение образуется за счет дисперсии поверхности оксидов под высоким давлением, а так же местного взаимного проникновения материалов. Хотя нагрев при этом присутствует, он недостаточен. что бы расплавить основные материалы. Вибрации располагают вдоль всей соединяемой площадки.

Практическое применение ультразвуковой сварки для жестких пластиков было разработано в 1960-х. Но сваривать можно было лишь высокопрочные пластмассы. Патент за метод ультразвуковой сварки деталей из жестких пластмасс получили Роберт Солофф и Сеймур Линсли в 1965. Солофф – основатель Sonics & Materials, Inc., был управляющим лаборатории Branson Instruments, где удалось соединить тонкие пластиковые пленки в пакеты и трубки посредством ультразвуковой сварки. Он непреднамеренно переместил зонд близко к пластиковому держателю для клейкой ленты, и они соединились. Солофф осознал, что зонд не требуется вручную перемещать вокруг заготовки, но энергия ультразвука может проходить сквозь и вокруг жёсткого пластика и создавать целостное соединение. Впоследствии он разработал первый ультразвуковой пресс. Первое применение новая технология нашла в индустрии игрушек.

Ультразвуковая сварка может быть использована для соединения как для твердых, так и для мягких пластиков, таких как полукристаллический пластик, а так же для металлов. В настоящее время аппараты для ультразвуковой сварки так же развивают большую мощность, чем ранние образцы. Исследования и тесты расширили понимание процесса ультразвуковой сварки. Изобретение более сложного и недорогого оборудования и повышение требований к пластику и электронным компонентам дали толчок к увеличению знаний о базовом процессе. Однако, многие области ультразвуковой сварки до сих пор требуют более глубокого изучения, такие как зависимость качества сварки от параметров процесса. Ультразвуковая сварка продолжает быть быстро развивающей областью промышленности.

Преимуществами ультразвуковой сварки являются более высокая скорость соединения, по сравнению с классическими клеями или растворителями. Скорость высыхания очень высока, заготовкам не требует длительное время находиться в зажимном приспособлении для высыхания или отверждения. Процесс сварки так же может быть легко автоматизирован, для получения чистых и точных соединений. Сварной шов также очень чистый и не требует дополнительной отделки или использования связующих веществ.

Оборудование

Все системы ультразвуковой сварки состоят из следующих основных элементов:

* пресс, создающий давление на свариваемые детали.
* гнездо или наковальня, на которой размещаются детали для воздействия на них высокочастотной вибрации, направленной на поверхность соединения.
* ультразвуковой модуль, состоящий и конвертора или пьезоэлектрического преобразователя, усилителя (необязательно) и звукового излучателя (горна). Все три элемента специально настроены, что бы входить в резонанс на определенной ультразвуковой частоте (обычно 20, 30, 35, 40 кГц)
* конвертор, который преобразует электрический сигнал в механические вибрации.
* усилитель, который регулирует амплитуду вибраций. В стандартных системах он так же используется для крепления ультразвукового модуля на прессе.
* звуковой излучатель, который передает механические вибрации к свариваемым заготовкам.
* электронный ультразвуковой генератор, подающий высокомощный сигнал переменного тока с частотой, совпадающий с резонансной частотой ультразвукового модуля.
* контроллер, управляющий движением пресса и распределением ультразвуковой энергии.