

История сварочной техники и технологии

Ультразвуковая сварка

Ультразвуковая сварка

Ультразвуковая сварка – изобретение, появление и первоначальное развитие которого относится к 30-40-м годам прошлого столетия.

Открытие этого процесса связано с исследованием применения **ультразвуковых колебаний для очистки поверхностей**, соединяемых с помощью контактной сварки.

Было обнаружено, что при одновременном воздействии на зону сварки определенного усилия сжатия и ультразвуковых колебаний **соединение образцов осуществляется без пропускания через них сварочного тока.**

На первом этапе развития ультразвуковой сварки были получены сравнительно прочные соединения из мягких алюминиевых сплавов толщиной от 0,01 до 0,2 мм.

Ультразвуковая сварка

Дальнейшему развитию ультразвуковой сварки препятствовало отсутствие полных сведений о **процессах образования неразъемных соединений твердых тел под воздействием ультразвука** и **эффективного специализированного оборудования.**

Исследования, проведенные в середине 60-х гг. XX в. в Институте электросварки им. Е.О. Патона, ИМЕТ им. А.А. Байкова и ВНИИЭСО, позволили обосновать **механизм образования соединения металлов с помощью ультразвука.**

Ультразвуковая сварка

Процесс образования соединения металлов с помощью ультразвуковых колебаний в общем случае можно разбить на три стадии:

а) **получение первичных «мостиков схватывания»;**

б) **повышение температуры до $(0,3 - 0,5)T_{пл}$ соединяемых металлов в зоне контакта,** вызывающее повышение пластичности поверхностных слоев металла, испарение пленок жира и влаги, растрескивание оксидных пленок;

в) сближение соединяемых поверхностей на расстояния, достаточные для появления межатомных взаимодействий, обуславливающих образование монолитного соединения. Отдельные исследования указывают на то, что образование соединения сопровождается интенсивным протеканием в поверхностных слоях диффузии, релаксации и в ряде случаев – плавлением металла на глубину нескольких атомных слоев.

Ультразвуковая сварка

Показано, что характер процессов, протекающих при образовании соединения, определяется **физико-химическими свойствами соединяемых материалов и технологическими параметрами сварки.**

В конце 60-х гг. была обнаружена возможность **качественной сварки полимеров с помощью ультразвука.**

Ультразвуковая сварка

Практической реализацией ультразвуковой сварки пластмасс успешно занимались ряд фирм США, Англии, ФРГ и Японии.

В СССР наиболее заметный вклад в этой области внесен учеными МГТУ им. Н.Э. Баумана, где выполнен цикл работ **по соединению термопластов с терморектопластами и металлами.**

Следует отметить весьма перспективное направление **использования ультразвуковой сварки в сочетании с контактной.** В этом случае появляется возможность существенно снизить мощность сварочных машин, особенно при сварке металлов, имеющих небольшое электрическое сопротивление (медь, серебро, никель).

Ультразвуковая сварка

Под действием ультразвуковых колебаний в результате фрагментации поверхностных слоев в зоне контакта **возрастает его электрическое сопротивление,** что обуславливает **эффективность тепловыделения** в зоне сварки и **существенно повышает скорость процессов диффузии.**

Последний эффект может быть использован для **интенсификации диффузионной сварки.**

Другим не менее важным направлением в области получения соединений с помощью ультразвуковых колебаний является **комбинированный способ сварко-пайки,** сочетающий **ультразвуковую сварку с различными процессами пайки,** особенно в тех случаях, когда исключено применение флюсов.

Ультразвуковая сварка

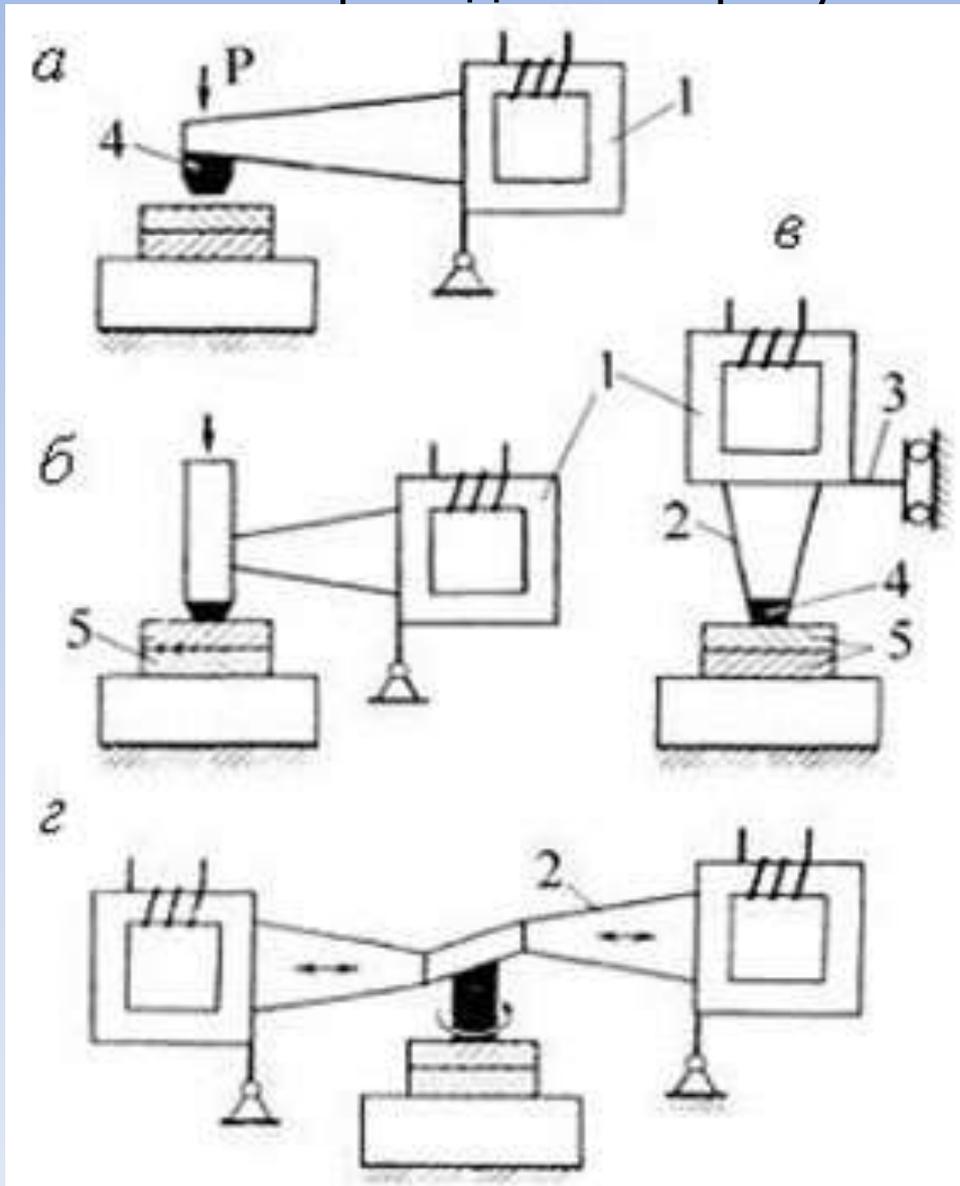
Для осуществления данного вида сварки было разработано специализированное оборудование, состоящее из:

- **источника генерации высокочастотных (ультразвуковых) электромагнитных колебаний,**
- **механической колебательной системы,**
- **аппаратуры управления сварочным циклом,**
- **привода сварочного усилия.**

Преобразование электромагнитных колебаний в механические и введение последних в зону сварки обеспечивается **механической колебательной системой.**

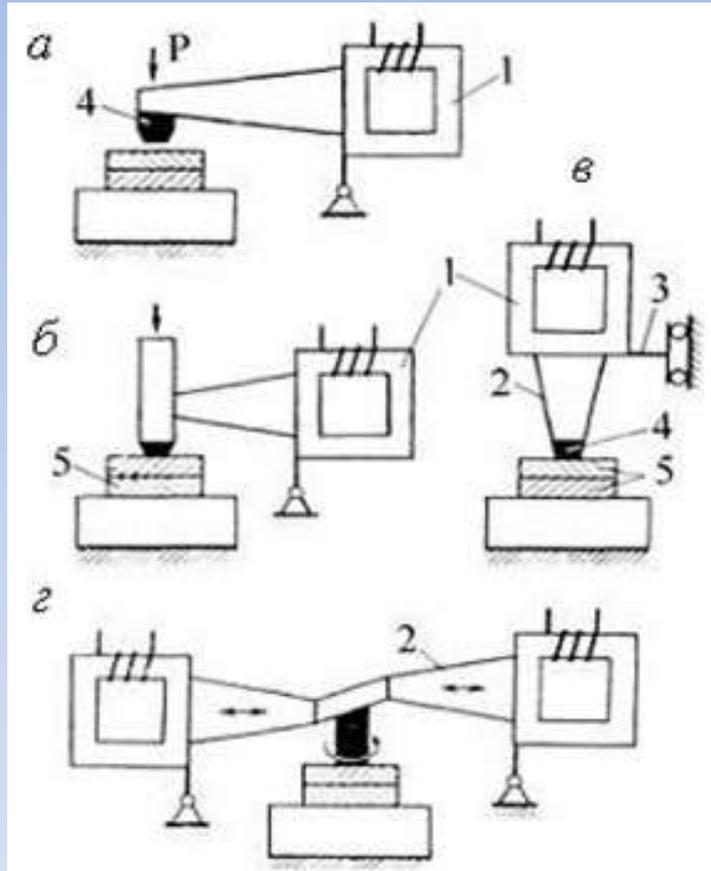
Ультразвуковая сварка

Типовые колебательные системы для ультразвуковой сварки металлов приведены на рисунке.



Схемы типовых колебательных систем:
а – продольная;
б – продольно-поперечная;
в – продольно-вертикальная;
г – крутильная

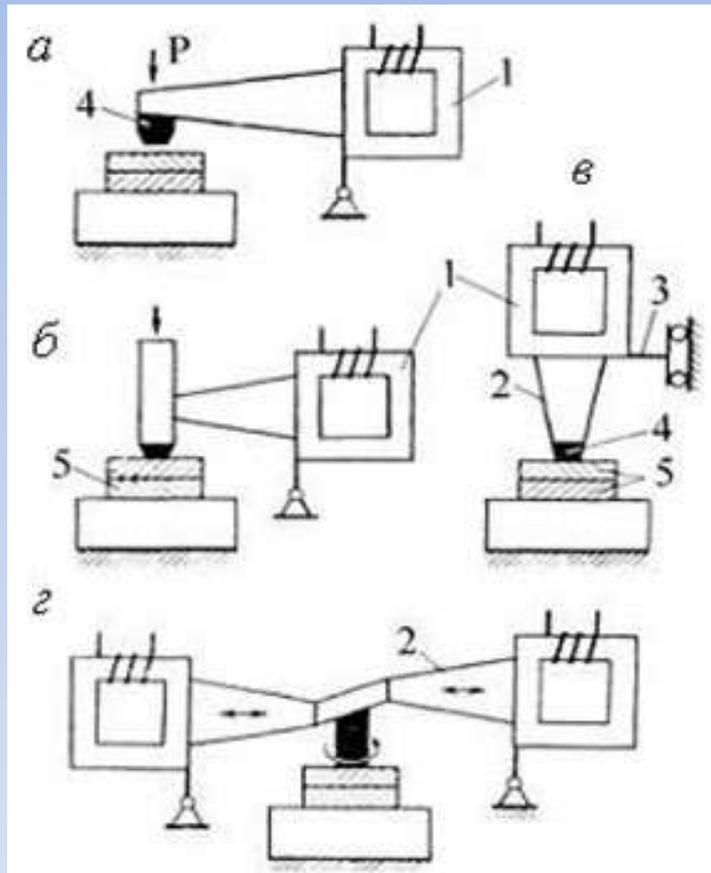
Ультразвуковая сварка



Основным звеном колебательных систем является преобразователь 1, который изготавливают из магнито- или электрострикционных материалов (никель, пермендюр, титанат бария, ниобат свинца и др.).

Преобразователь является источником механических колебаний. Волновое звено 2 осуществляет передачу энергии к сварочному наконечнику и обеспечивает увеличение амплитуды колебаний по сравнению с амплитудой исходных волн преобразователя, а также трансформирует сопротивление нагрузки и концентрирует энергию в заданном участке свариваемых деталей 5.

Ультразвуковая сварка



Акустическая развязка 3 от корпуса машины позволяет практически всю энергию механических колебаний трансформировать и **концентрировать в зоне контакта.**

Сварочный наконечник 4 является согласующим волноводным звеном между нагрузкой и колебательной системой. Он определяет площадь и объем непосредственного источника ультразвуковых механических колебаний в зоне сварки.

В зависимости от формы сварочного наконечника колебательной системы ультразвуковая сварка может быть **точечной, шовной** или **кольцевой.**

Ультразвуковая сварка

С помощью ультразвука можно сваривать металлы и сплавы как между собой (в однородном или разнородном сочетании), так и с некоторыми неметаллическими материалами.

Свариваемость металла зависит от его твердости и кристаллической структуры. Свариваемость ухудшается в следующей последовательности для металлов, имеющих **гранецентрированную кристаллическую решетку (ГЦК)**, **объемноцентрированную кристаллическую решетку (ОЦК)** и гексагональную решетку, а также **с увеличением твердости**.

Ультразвуковая сварка позволяет соединять разные элементы изделий толщиной 0,005 – 3,0 мм или диаметром 0,01 – 0,5 мм.

При приварке тонких листов и фольги к деталям толщина последних практически не ограничивается.

Ультразвуковая сварка

Особые преимущества этот процесс имеет при соединении **разнородных** и **термочувствительных элементов.**

Областями использования ультразвуковой сварки являются: производство полупроводников, микроприборов и микроэлементов для электроники, конденсаторов, предохранителей, реле, трансформаторов, нагревателей бытовых холодильников, приборов точной механики и оптики, реакторов, сращивание концов рулонов различных тонколистовых материалов (медь, алюминий, никель и их сплавы) в линиях их обработки, а также автомобильная промышленность.