

КУРС ЛЕКЦИЙ-ПРЕЗЕНТАЦИЙ
по дисциплине

**«ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ
СВАРКИ ДАВЛЕНИЕМ»**

лекция №17

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ:

к.т.н., доцент кафедры «ОиТСП»

БЕНДИК Татьяна Ивановна

СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИИ №17

Тема 18. Технология ультразвуковой сварки.

Особенности формирования соединений.

Разновидности способов сварки.

Основные параметры режима сварки.

Сварка однородных и разнородных материалов. Области применения.

Ультразвуковая сварка (УЗС) – это сварка давлением, осуществляемая при воздействии ультразвуковых колебаний. Сварные соединения образуются в результате совместного воздействия на детали сдвигающих высокочастотных механических колебаний, сопровождающихся нагревом свариваемых деталей в зоне их контакта, и сжимающего усилия, действующего перпендикулярно к соединяемым поверхностям.

Ультразвуковые колебания представляют собой упругие волны, которые распространяются в любой материальной среде, находящейся в твердом, жидком или газообразном состоянии. Возникновение упругих волн обусловлено тем, что при смещении некоторой точки упругой среды под действием внешнего усилия возникают упругие силы, стремящиеся вернуть точку в положение равновесия.

Ультразвуковые колебания имеют частоту $f > 16$ кГц.

При УЗС металлов и пластмасс применяются три типовые колебательные системы: поперечная, продольная и продольно-поперечная

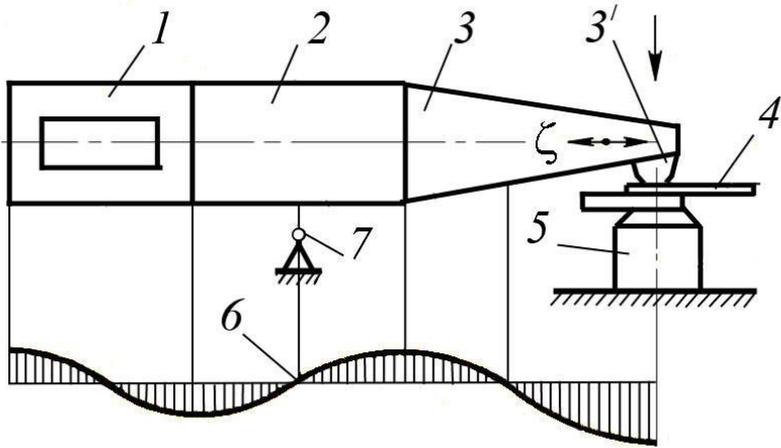


Схема установки с поперечной колебательной системой:

- 1 – преобразователь;
- 2, 3 – волновод-концентратор;
- 3' – электрод;
- 4 – свариваемые детали;
- 5 – опора;
- 6 – амплитуда колебаний;
- 7 – акустическая развязка

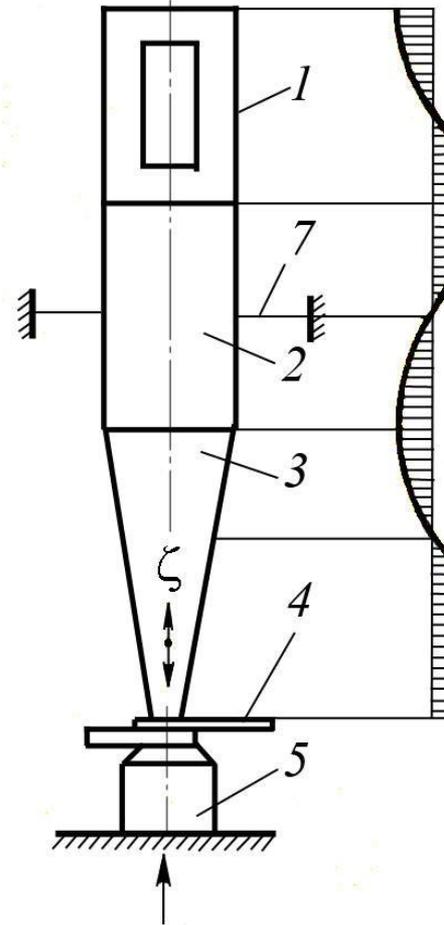


Схема установки с продольной колебательной системой:

- 1 – преобразователь; 2, 3 – волновод-концентратор; 4 – свариваемые детали;
- 5 – опора; 6 – амплитуда колебаний;
- 7 – акустическая развязка

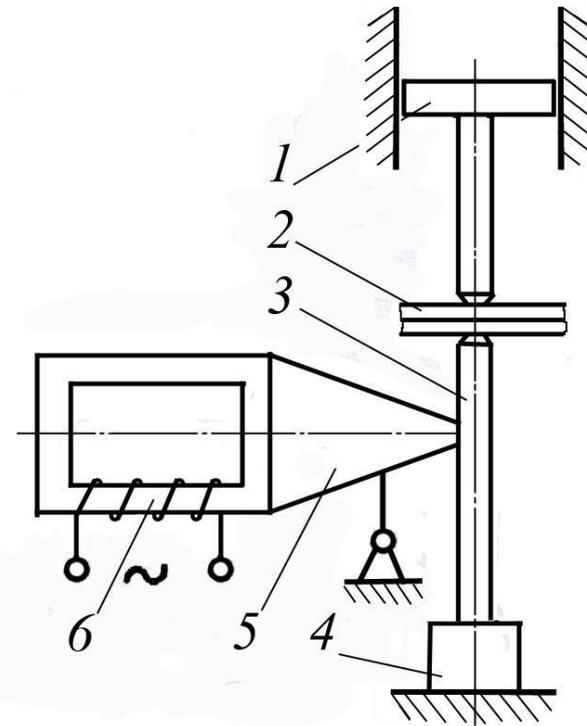


Схема установки с продольно-поперечной колебательной системой:

- 1 – привод сжатия;
- 2 – свариваемые детали;
- 3 – резонансный стержень;
- 4 – опора; 5 – волновод;
- 6 – преобразователь

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

Под воздействием переменного электромагнитного поля в преобразователе возникают механические напряжения, которые вызывают упругие деформации материала. Таким образом, преобразователь является источником механических колебаний

Волноводное звено 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.

Обычно для УЗС металлов используют волноводы с коэффициентом усиления, равным 5, что обеспечивает при холостом ходе амплитуду колебаний на конце волноводов 20...30 мкм.

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

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

Стадии формирования соединений

УЗС осуществляется под действием трения, вызванного возвратно-поступательным перемещением поверхностей. Процесс образования соединений происходит в течение трех стадий.

На **первой стадии** возникает сухое трение, приводящее к очистке поверхностей. За счет контактной деформации и смятия микровыступов удаляются адсорбированные пленки жидкости, а также поверхностные окислы и органические пленки. Образуется физический контакт, свариваемые поверхности сближаются на расстояние межатомного взаимодействия. В зоне контакта свариваемых деталей растет температура.

На **второй (активационной)** стадии за счет выхода дислокаций и вакансий на контактную границу раздела образуются ненасыщенные химические связи, способные вступать во взаимодействие с образованием сварного соединения. Вышедшие на поверхность вакансии разрывают насыщенные химические связи и, таким образом, могут являться активными центрами схватывания (при сжатии). В процессе цикла разгрузки и появления растягивающих напряжений вакансии уходят с поверхности в объем свариваемого металла, что также приводит к разрыву насыщенных химических связей на свободной поверхности и образованию активных центров. Затем эти центры (контактные пятна) сливаются в единое контактное пятно с мелкими участками непровара.

На **третьей (релаксационной)** стадии вакансии и дислокации, образующиеся при пластической деформации, интенсифицируют кинетику объемного диффузионного взаимодействия и процессов рекристаллизации. Формируется общая кристаллическая решетка, исчезают мелкие участки непровара.

Нагрев в зоне сварки, по данным различных авторов, составляет $(0,4...0,6) T_{пл}$ свариваемого металла.

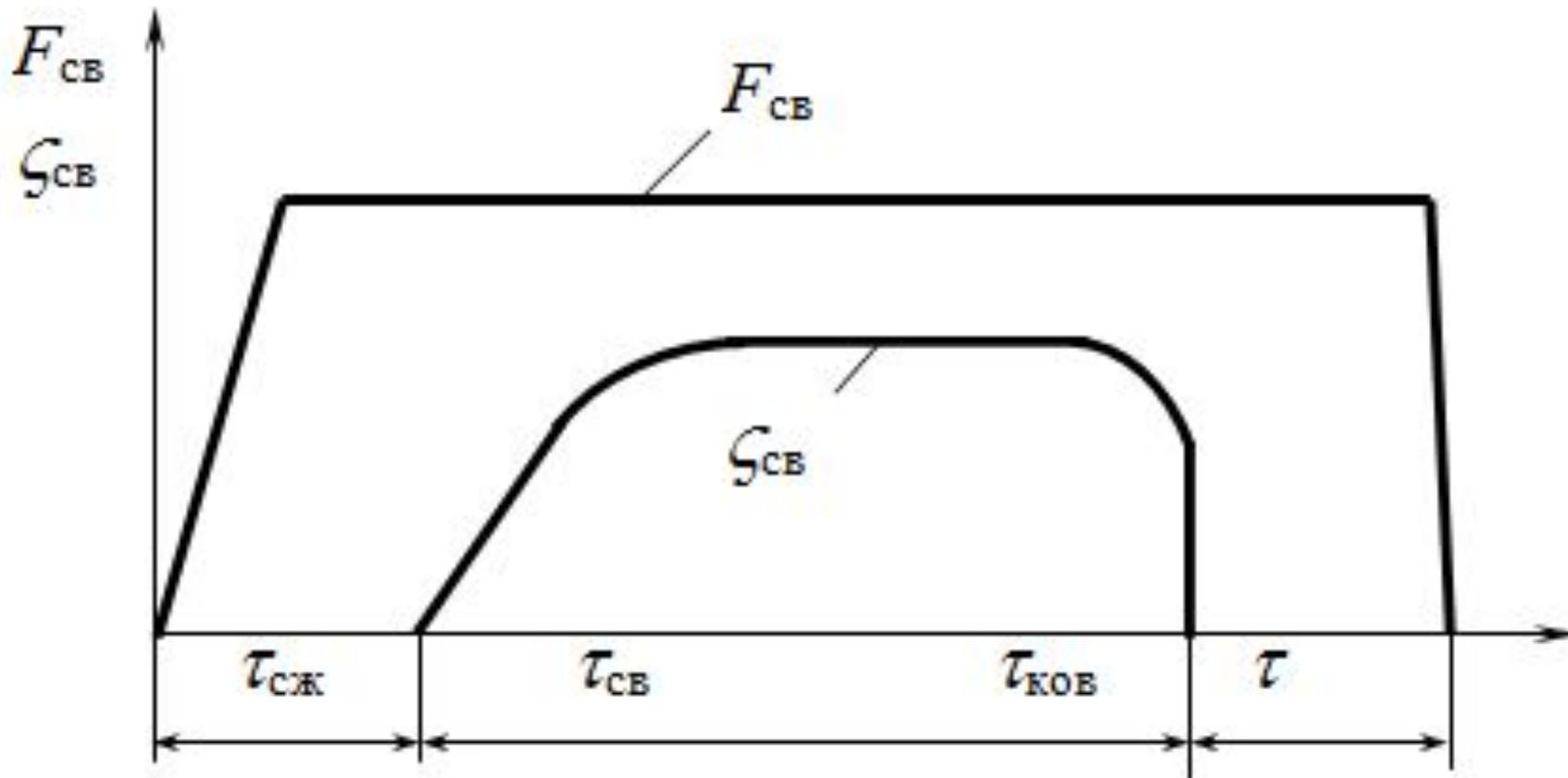
Разработка технологии УЗС металлов состоит обычно из следующих основных этапов:

- 1) предварительная оценка возможности получения сварного соединения;
- 2) оценка энергетических затрат при сварке и энергетических возможностей источника ультразвуковых колебаний;
- 3) расчет параметров режима сварки;
- 4) проверка результатов расчета экспериментальными методами;
- 5) выдача рекомендаций, заполнение карты технологического процесса.

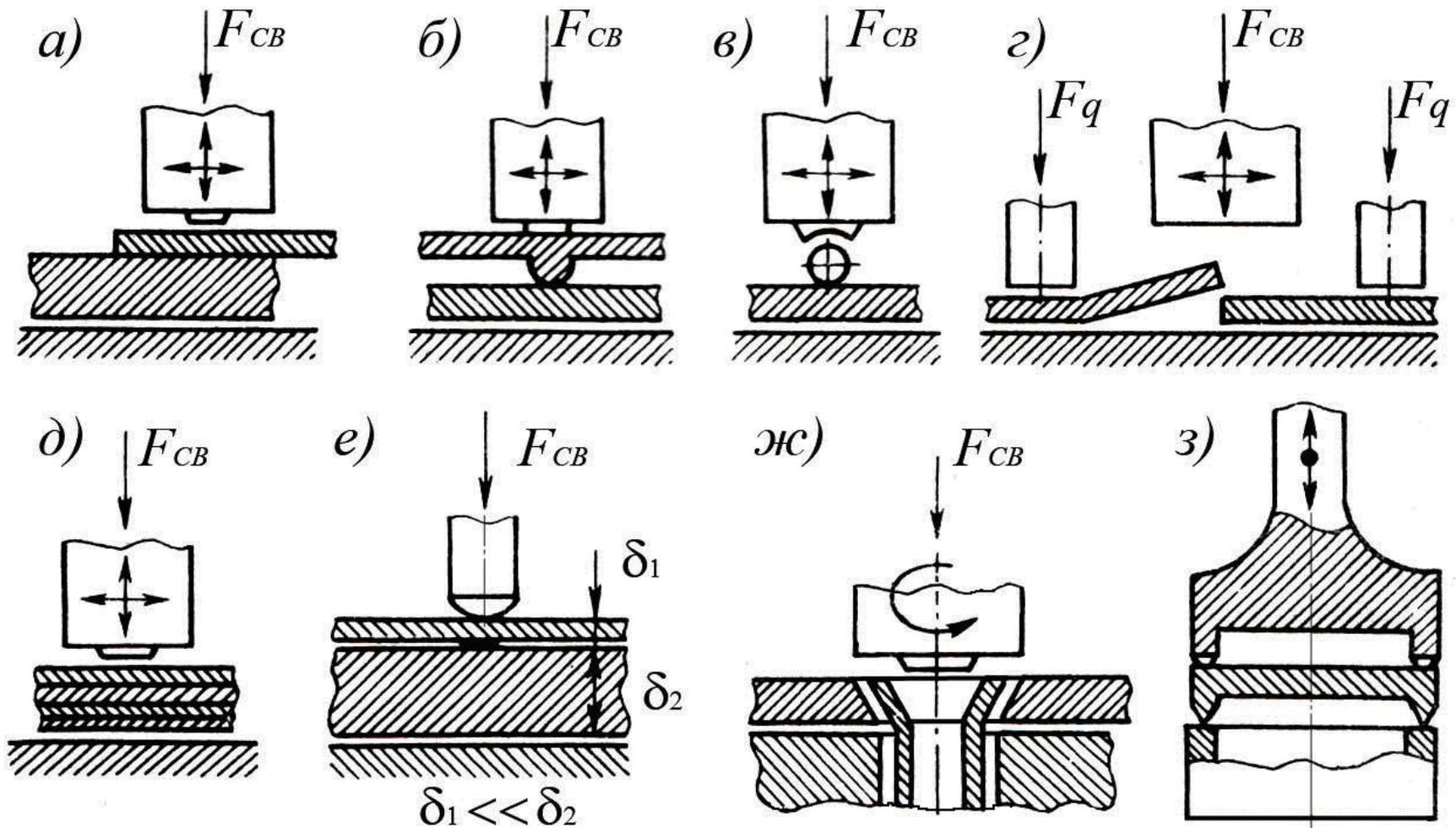
К основным технологическим параметрам режима точечной ультразвуковой сварки относятся:

- 1) амплитуда ультразвуковых колебаний ζ_{CB} ;
- 2) усилие сжатия при сварке $F_{CB} = f(\tau)$;
- 3) время сварки t_{CB} ;
- 4) форма инструмента (наконечника, электрода).

Исходными данными для расчета значений основных технологических параметров режима УЗС металлов и их сплавов являются: σ_B – предел прочности свариваемого материала; σ_T – предел текучести; G – модуль сдвига; c – теплоемкость; γ – плотность; $T_{пл}$ – температура плавления; δ – толщина свариваемых материалов; f – частота колебаний; S_{CB} – площадь ввода ультразвука.



Циклограмма процесса сварки: $\tau_{CЖ}$ – время предварительного сжатия; τ_{CB} – длительность воздействия ультразвука; $\tau_{КОВ}$ – время проковки; ζ_{CB} – амплитуда ультразвуковых колебаний; F_{CB} – сварочное усилие



Основные типы сварных соединений металлов и пластмасс: а – внахлестку; б – по рельефам; в – круглая деталь с плоской, круглая с круглой; г – с раздавливанием кромок; д – многослойные детали и пленки; е – детали разной толщины; ж, з – сварка по контуру. Стрелками показано направление колебаний сварочного наконечника

Области применения

Ультразвуковой сваркой соединяется большая группа металлов и их комбинаций: Al+Al, Cu+Cu, Ti+Ti, Ni+Ni, Ni+Cu, латунь + латунь, сталь + сталь, латунь + алюминий и др. Толщина свариваемых материалов колеблется от 0,005 + 0,005 до 3,0 + 3,0 мм. Диаметр привариваемых проволок находится в пределах 0,01...0,5 мм.

Шовная УЗС применяется сравнительно редко при сварке сталей, алюминия, никеля, меди, титана и др. металлов. Она успешно используется для соединения лавсановых, капроновых и полиэтиленовых тканей толщиной от 600 до 800 мкм.

Свариваемые детали перед сваркой рекомендуется подвергнуть обезжиривающей обработке. Анодированные слои и аналогичные покрытия, а также покрытия из пластмасс удалять не обязательно.

УЗС характеризуется малой энергоемкостью, легко поддается автоматизации, является надежным и высокоэффективным технологическим процессом.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

КАКИЕ БУДУТ ВОПРОСЫ?