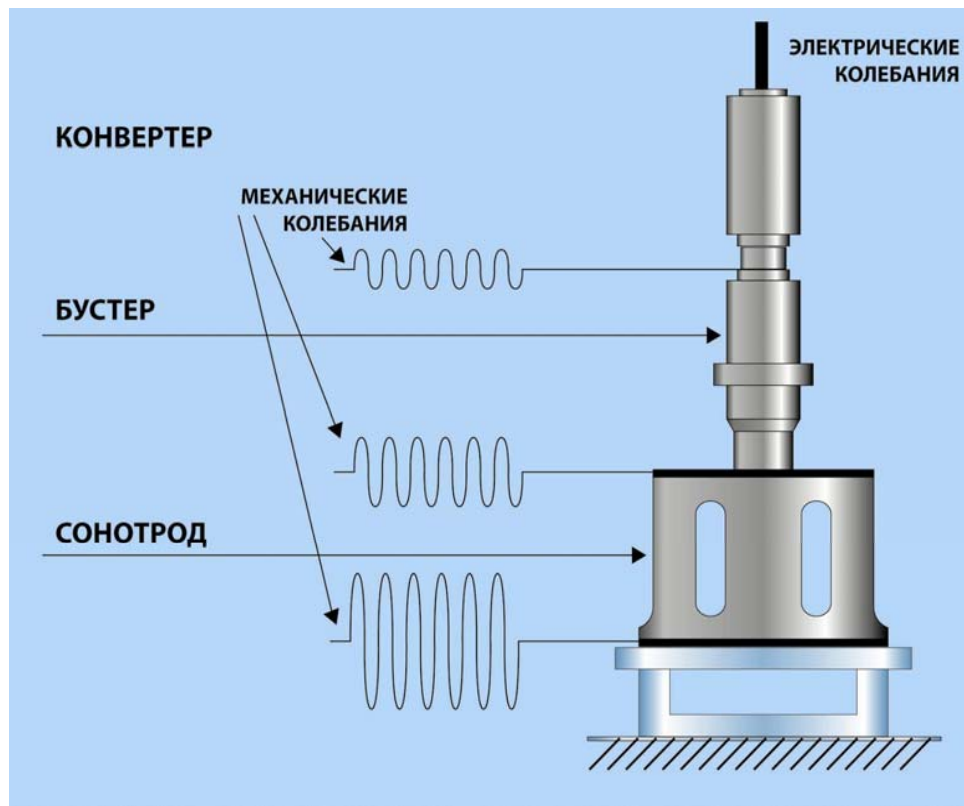




Ультразвуковая сварка термопластических полимеров



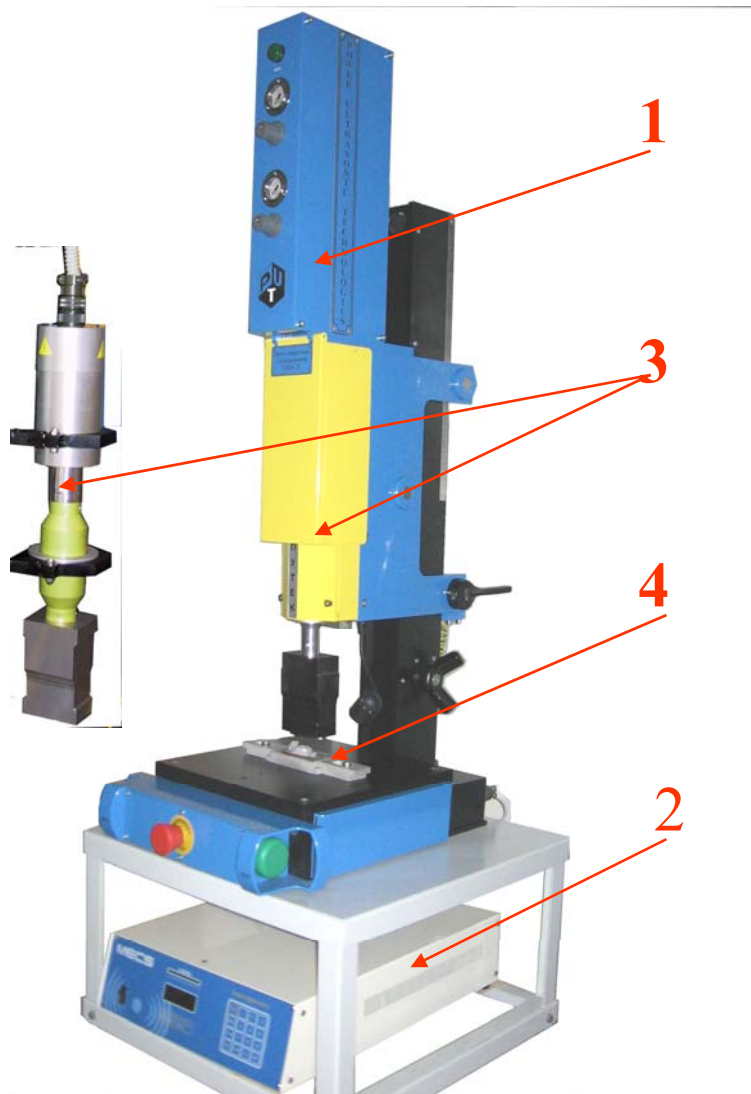
Ультразвуковая сварка (УЗС) пластмасс— это способ соединения термопластичных материалов в твердом состоянии с помощью энергии ультразвуковых (механических) колебаний.

Широкое использование сварки обусловлено тем, что она имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами соединения. Позволяет получить в зоне сварки надмолекулярные образования, по структуре характерные для основного материала.

Следовательно, сварные соединения по механическим, диэлектрическим свойствам будут близки к свойствам исходного материала.



Компоненты оборудования УЗС



Состав стандартной сварочной установки :

- 1 - сварочный пресс.
- 2 - ультразвуковой генератор.
- 3 - акустическая система (конвертер, бустер, соноотрод).
- 4 - сварочная опора (ложемент).



Компоненты оборудования УЗС

Бустер



Цвет бустера указывает на коэффициент трансформации

Бустер - согласующий трансформатор механических колебаний.

Передает механическую энергию соотроду и трансформирует амплитуду колебаний преобразователя до необходимого на соотроде значения.



Компоненты оборудования УЗС

Сонотроды



Инструмент для сварки, клепки, резки и заделки выполняет функции:

- Перенос энергии
- Изменение амплитуды
- Передача сварочного усилия
- Формирование формы шва, заклепки и т.д.



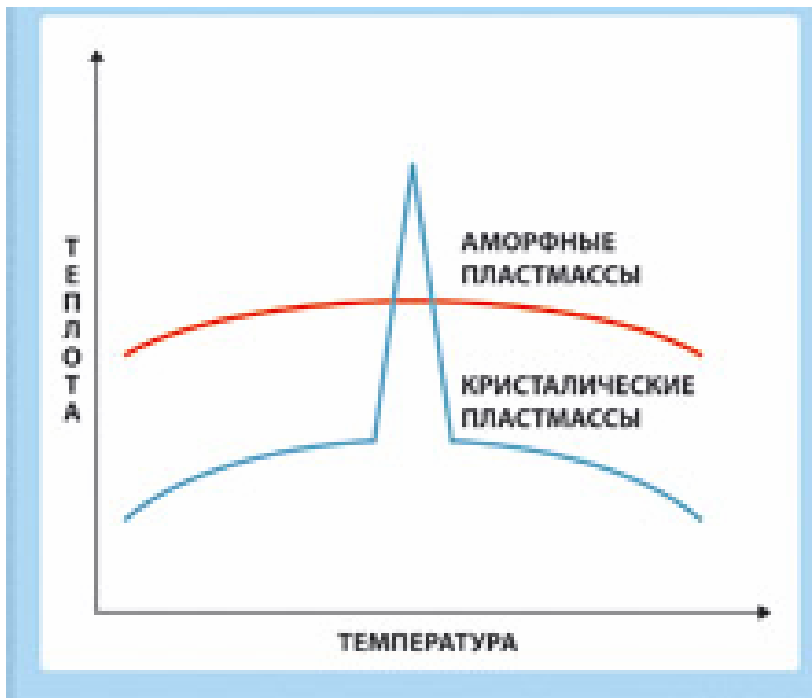
Факторы качества УЗС полимеров

На воспроизводимое качество сварного соединения деталей оказывают влияние следующие основные факторы:

1. Правильный выбор УЗС оборудования.
2. Правильный выбор марки материала полимера.
3. Условия производства.
4. Конструкция свариваемых поверхностей.
5. Правильный выбор оптимальных параметров сварки.



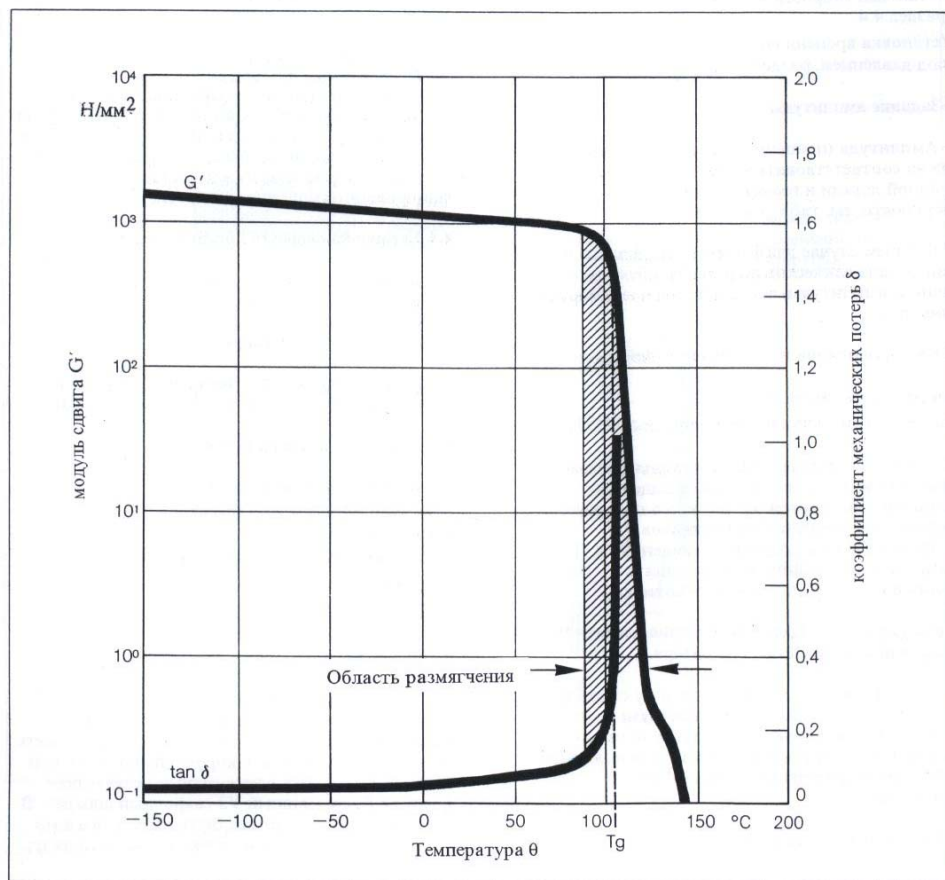
Методика оптимизации параметров УЗС



- Определение сварочной амплитуды.
- Согласование сварочного давления с амплитудой и выходной мощностью генератора.
- Выбор момента включения УЗ (касание соноtroда с деталью при выключенном (или включенном) УЗ.).
- Определение скорости движения соноtroда.
- Определение временных (или энергетических) параметров сварочного цикла ($T_{св}$ или $W_{св}$, $T_{пр}$).



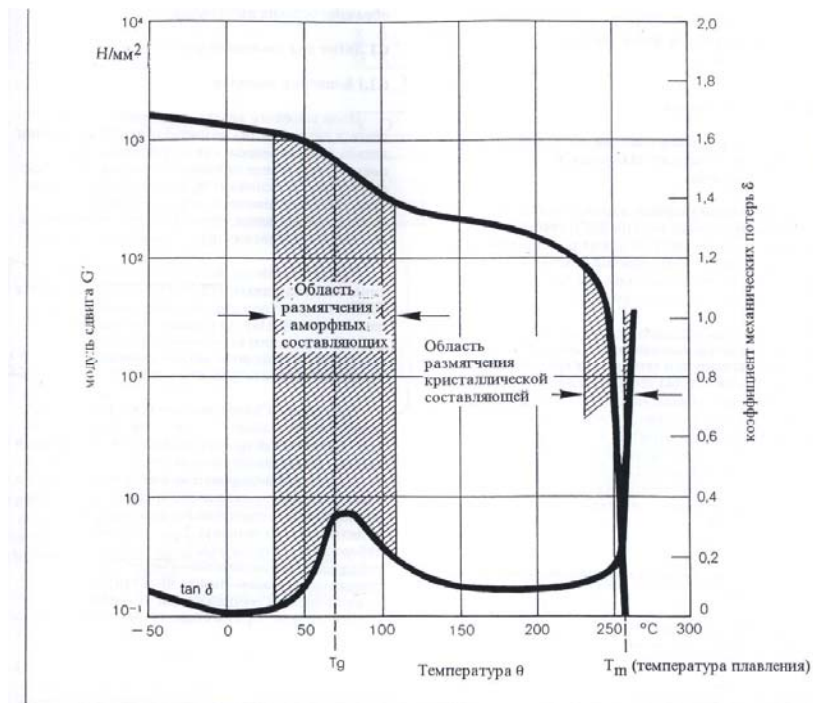
Фактор типа материала полимера



Температурная зависимость сдвигового модуля G и коэффициента механических потерь $\tan \delta$ аморфного термопласта (ударопрочного полистирола).



Фактор типа материала полимера



Температурная зависимость модуля сдвига **G** и коэффициента механических потерь **tg δ** кристаллического термопласта (полибутилентерефторат).

Для сваривания фасонных деталей из кристаллических материалов требуется больше энергии, чем для сварки деталей такой же формы, но из аморфных полимеров.



Свариваемость полимеров ультразвуком

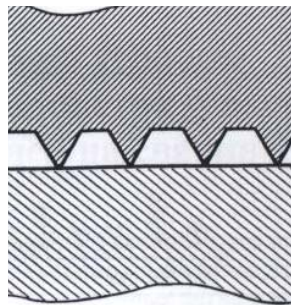
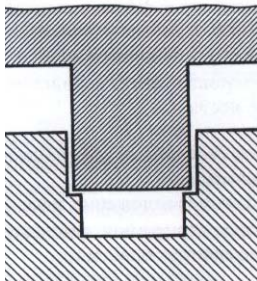
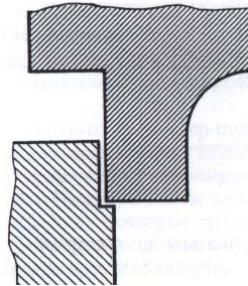
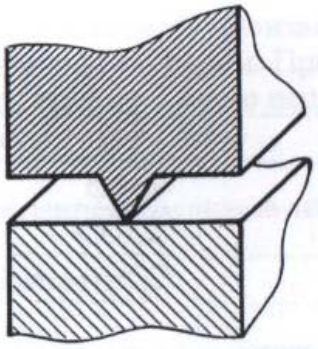
	Отлично	Очень хорошо	Хорошо	Довольно хорошо	Достаточно	Несвариваемый	В дальнем поле	В ближнем поле	Запрес. метал. элем.	Кленка	Мак. расст. до шва	Поглощение УЗ	Прочность малая	Прочность средняя	Прочность высокая	Разделка кромок	Высокое усилие	Среднее усилие
ПС общего назначения	+						+	+	+	+	12	1	+			+	+	
ПС окрашенный		+					+	+	+	+	12	1	+			+	+	
ПС блочный			+				+	+	+	+	4	2	+	+		+	+	
ПС ударопрочный			+				+	+	+	+	3	2	+	+		+	+	
Стирол-акрилонитрил		+					+	+	+	+	1	1	+	+		+	+	
АБС		+					+	+	+	+	3	2	+	+		+	+	
ПММА			+				+	+	+	+	5	2	+	+		+	+	
ПК		+	+					+	+	+		2	+	+		+	+	
Полиацетали				+				+	+	+		3		+	+	+		+
ПЭТФ (лавсан)		+						+	+	+		3		+			+	
ПА6				+	+			+	+	+		3			+	+		+
ПА6-6					+			+	+	+		3			+	+		+
ПА610				+	+			+	+	+		3			+	+		+
ПА со стекл.волокном		+	+						+	+		2		+	+	+		+
Полиацетат целлюлозы			+	+	+				+	+		2	+		+	+		+
ПЭВП			+						+	+		3		+				+
ПЭНП			+						+	+		3		+				+
ПП				+					+	+		3	+					+
Ф-4МБ, Ф-50					+	+			+	+		3		+				+
Капрон, нейлон			+	+			+	+	+	+		3			+	+		+
ПВХ		+					+	+	+	+		1	+					+
ПВХ пластифицированн.		+	+			+	+	+	+	+		3						+

Цифрами указан коэффициент поглощения ультразвука в относительных единицах: 1 - малый; 2 - средний; 3 - большой.

Представленная таблица основывается на многолетнем практическом опыте и может служить ориентиром при выборе типа материала полимера.



Конструктивное оформление фасонных деталей

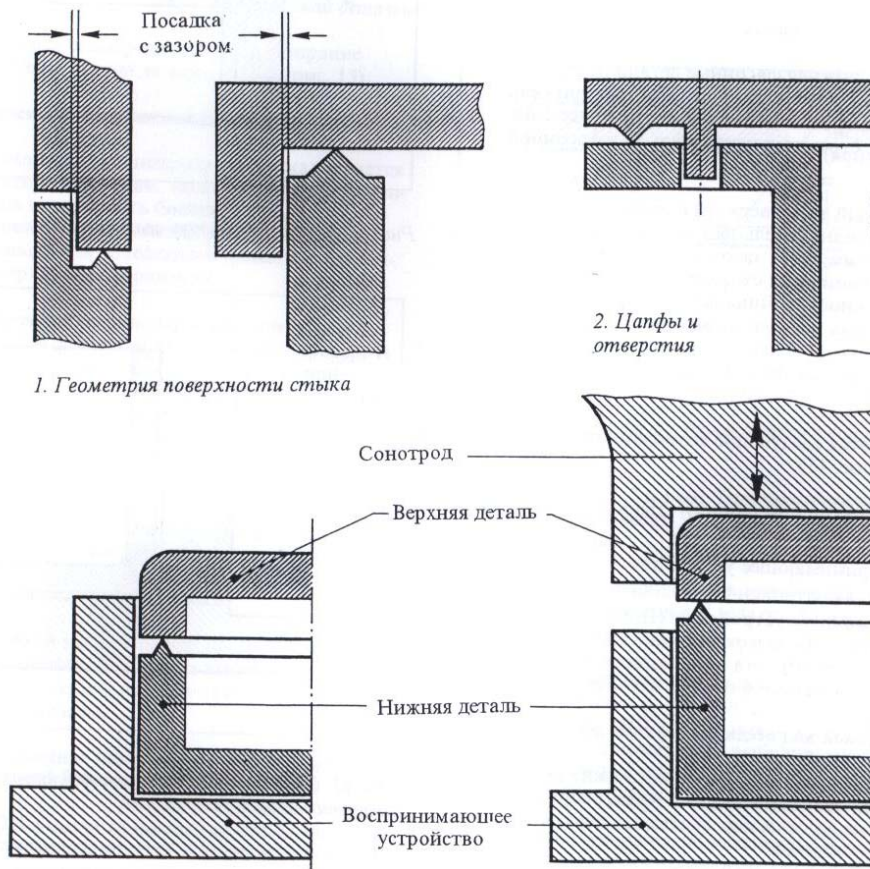


Вид разделки кромки
зависит от требований к
сваренному изделию:

- Нагрузочная способность сварного шва.
- Влаго- и газонепроницаемость.
- Внешний вид.
- Выплеск расплава из зоны шва.



Конструктивное оформление фасонных деталей

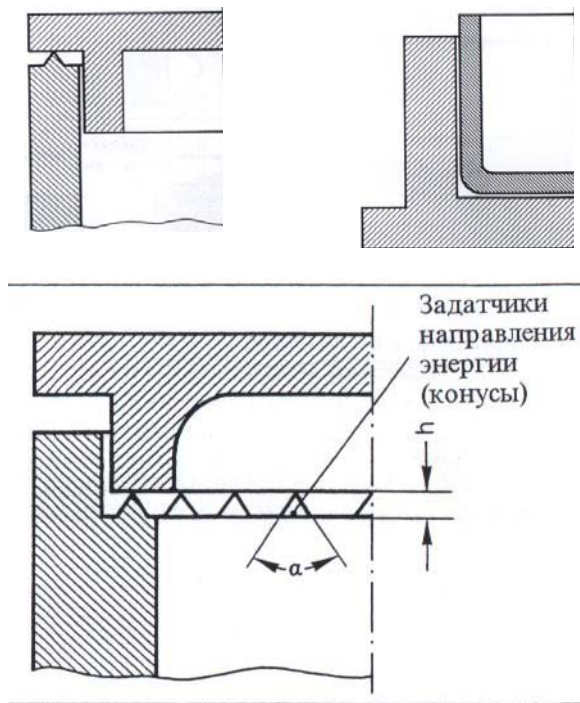


Факторы влияющие на качество сварного шва:

- Вид материала
- Конструкция разделки кромки
- Расположение концентратора энергии.
- Позиционирование и свободная посадка верхней и нижней частей.
- Сопряжение сонотрода.
- Свободный ход сонотрода в процессе сварки.
- Расположение детали в наковальне.



Конструктивное оформление фасонных деталей



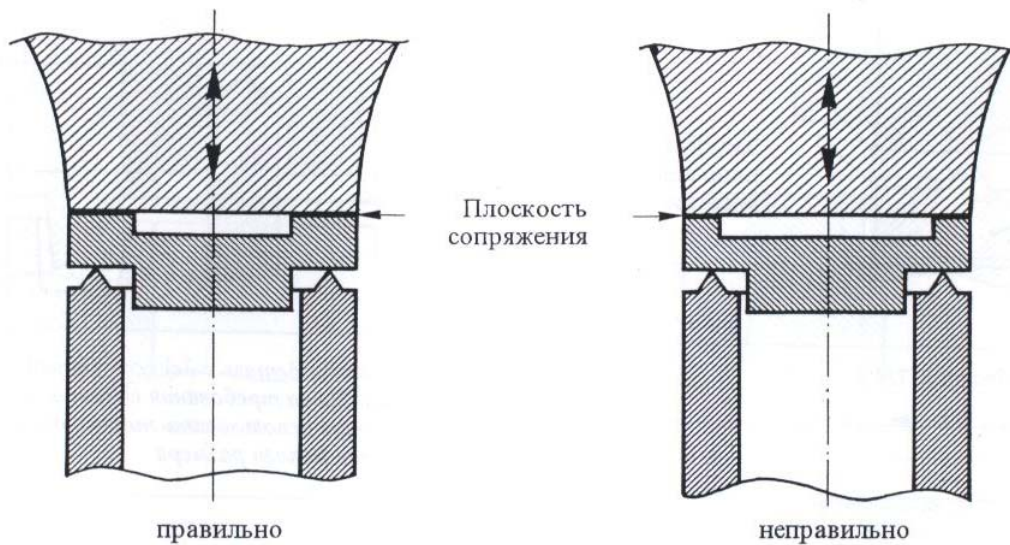
- Примеры разделки кромок.

1. Шов защищен от попадания внутрь расплава.

2. Фиксация нижней детали в ложементе.



Конструктивное оформление фасонных деталей

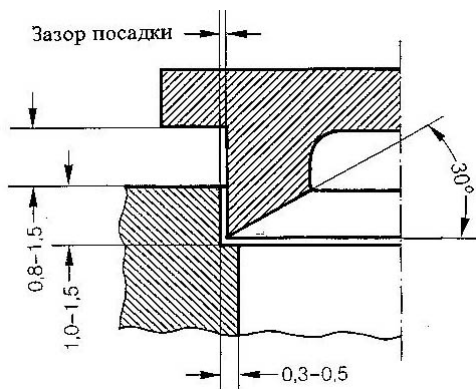
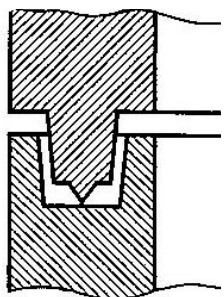


- Учет площади сопряжения
- Учет формы сопряжения



Конструктивное оформление фасонных деталей

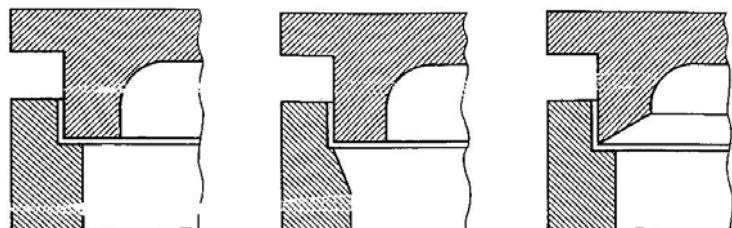
Центровка деталей с концентратором энергии:



1. Двухсторонняя центровка верхней детали в нижней. Посадка с зазором вплоть до достижения полной глубины вхождения (предпочтительно для малых размеров деталей).
2. Верхняя деталь с внутренней центровкой и несимметричным концентратором (предпочтительно для аморфных и кристаллических пластмасс).



Конструктивное оформление фасонных деталей

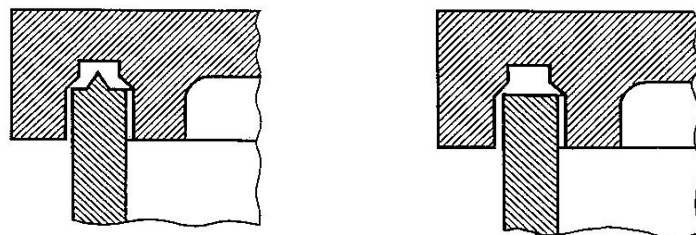


Ступенчатые (обжимные) швы

Герметичный шов.

Кристаллические полимеры.

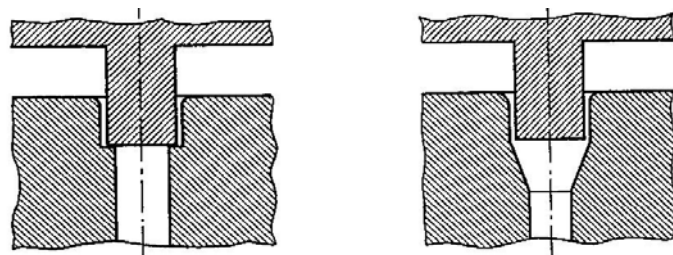
Малый зазор



Двойной обжимной шов.

Высокие требования к точности.

Преимущественно для маломерных деталей.



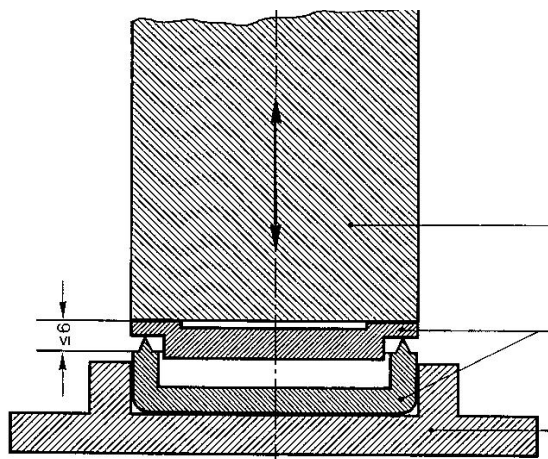
Сварка в шип.

Прочная, но не герметичная сварка.

В особых случаях герметичность достигается прокладыванием эластичных уплотнений.

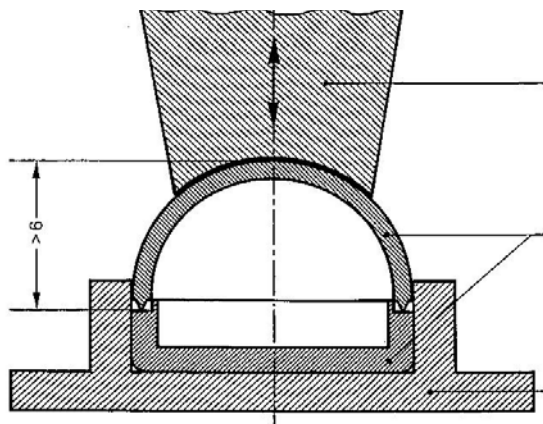


Тип ультразвуковой сварки полимеров



БЛИЖНЯЯ СВАРКА (непосредственная)

Применима для мягких пластмасс с небольшим модулем сдвига и большим коэффициентом затухания. (PE, PP, PA).

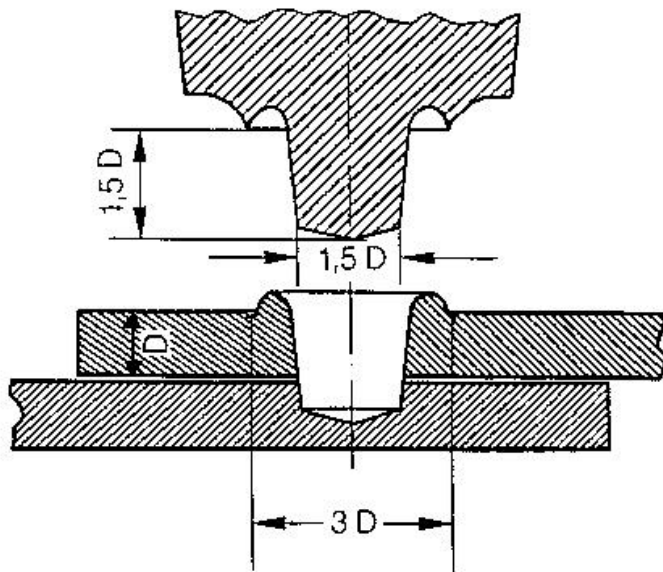


ДАЛЬНЯЯ СВАРКА (передаточная)

Применима для жестких пластмасс (PS, ABS, PMMA). При благоприятной геометрии также кристаллические полимеры (POM, PETP, PBT, PA).



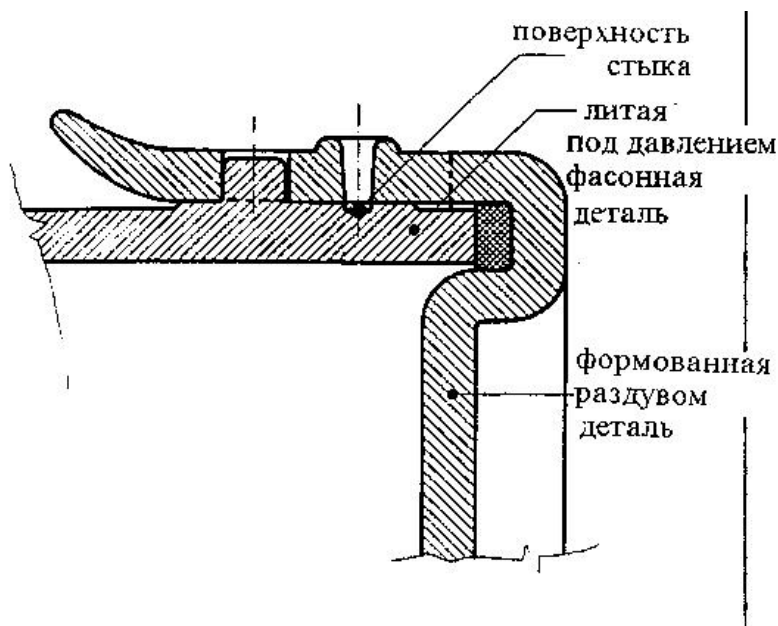
Ультразвуковая сварка без концентраторов энергии



Пример точечной
сварки



Ультразвуковая сварка без концентраторов энергии

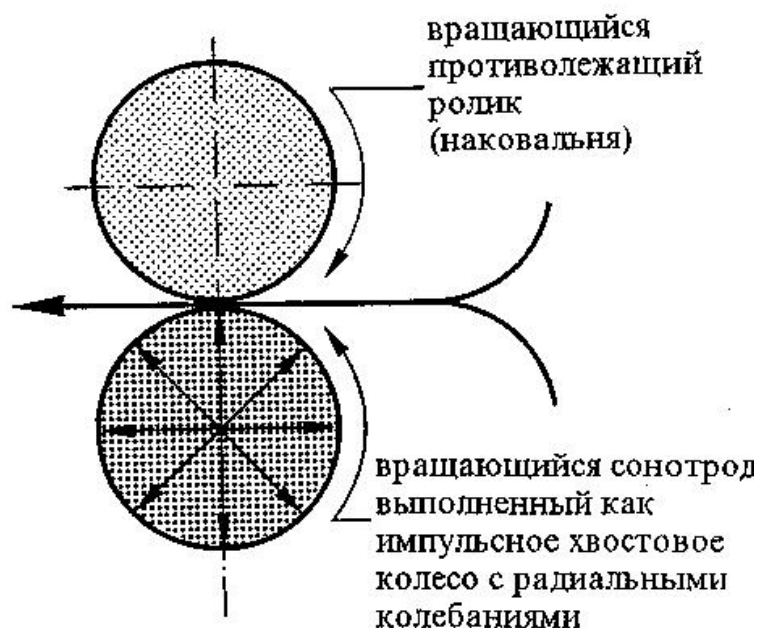


Для сварки деталей, полученных литьем, экструзией, термоформованием и раздувом, с пленками и пластинами рекомендуется использовать метод точечной сварки.

При УЗС пленок с отлитыми деталями, рекомендуется применять соотроды с профильной сварочной поверхностью.



Ультразвуковая шовная сварка

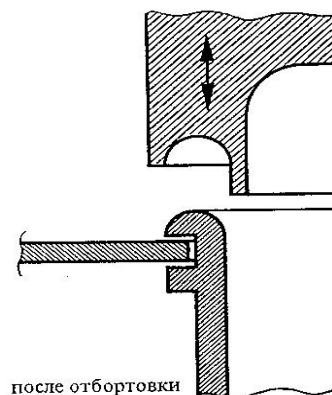
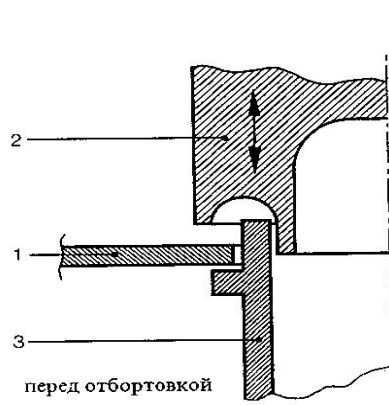


Ткани, трикотаж и пленки можно сваривать «уз-швейной машиной».

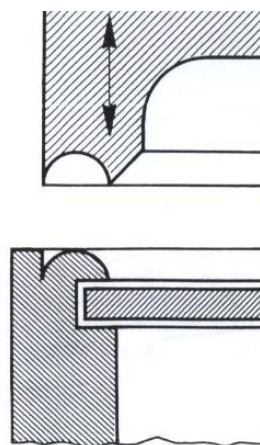
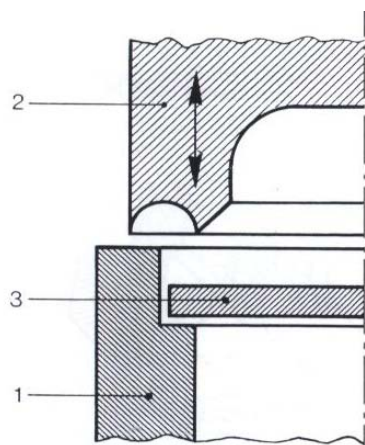
Данной операцией можно «сшивать», плессировать, подрубать, сметывать и тиснить, полимерные материалы с содержанием до 35% натуральной фазы.



Пластическое формоизменение с помощью УЗ



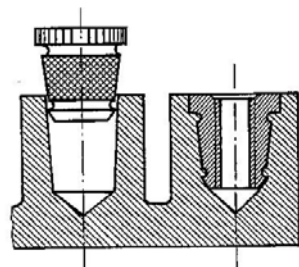
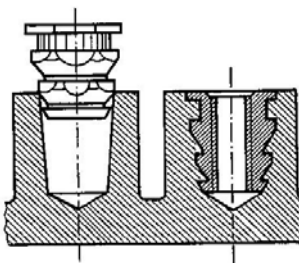
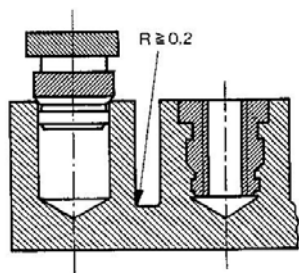
1. Металлическая деталь.
2. Сонотрод.
3. Пластмассовая деталь.



-
- 1 - Пластмассовая деталь.
 - 2 - Сонотрод.
 - 3 - Закрепляемая металлическая деталь.



Пластическое формоизменение с помощью УЗ



Внедрение
металлических бонок



УЗС сварочное оборудование



- Стандартная ультразвуковая прессовая установка



УЗС сварочное оборудование



- Специальная ультразвуковая прессовая установка



УЗС сварочное оборудование



- Специальная ультразвуковая сварочная установка для сварки тонких ПЭТ пленок



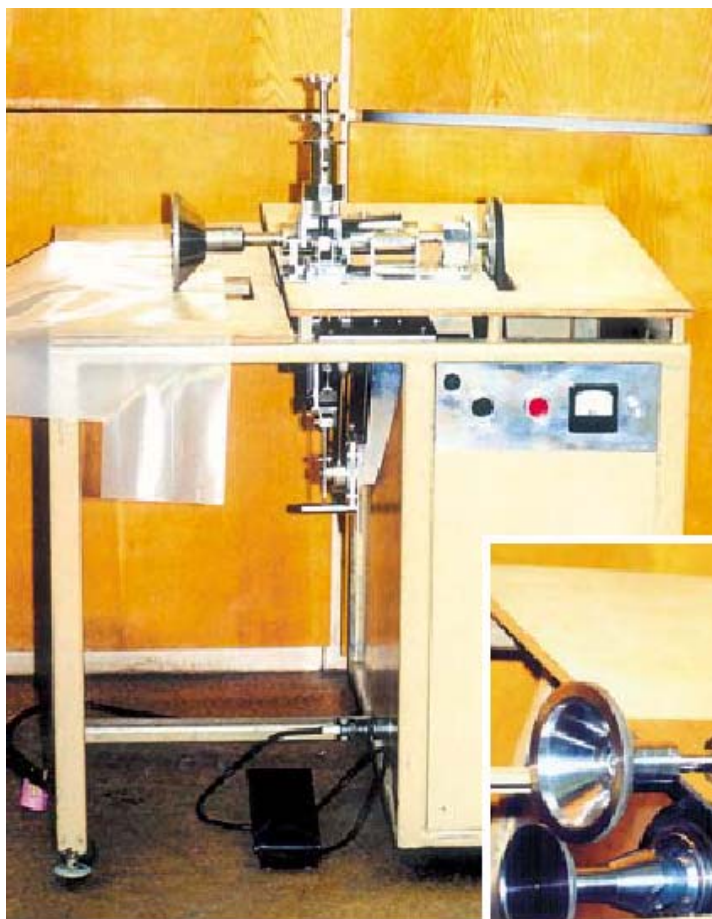
УЗС сварочное оборудование



- Малогабаритная
ультразвуковая
прессовая установка



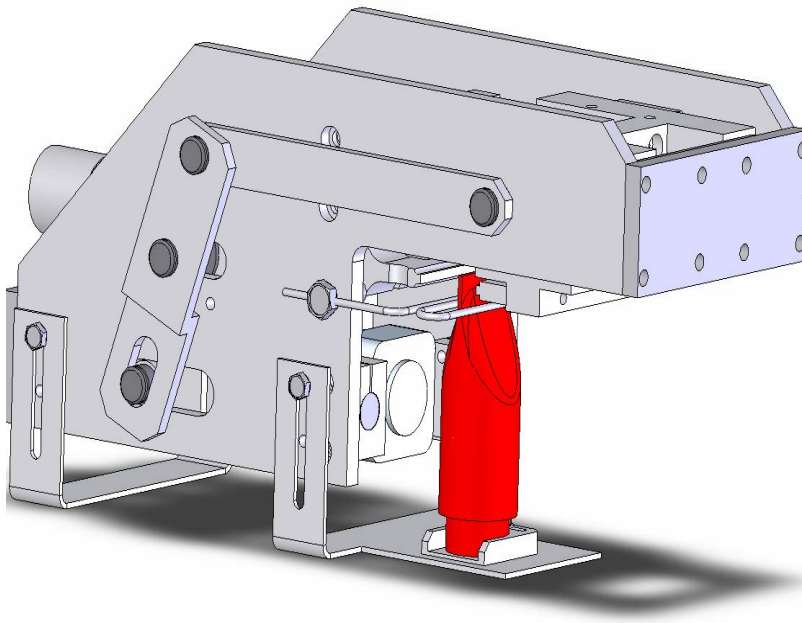
УЗС сварочное оборудование



- Ультразвуковая шовная установка МШК-03



УЗС сварочное оборудование



- Специальный узел для ультразвуковой сварки полимерных труб.

УЗС сварочное оборудование



- Ручной ультразвуковой сварочный инструмент, выходная мощность 1000 Вт.
ф-ма Telsonic, Швейцария
(точечная сварка, прихватка, развальцовка).



УЗС сварочное оборудование



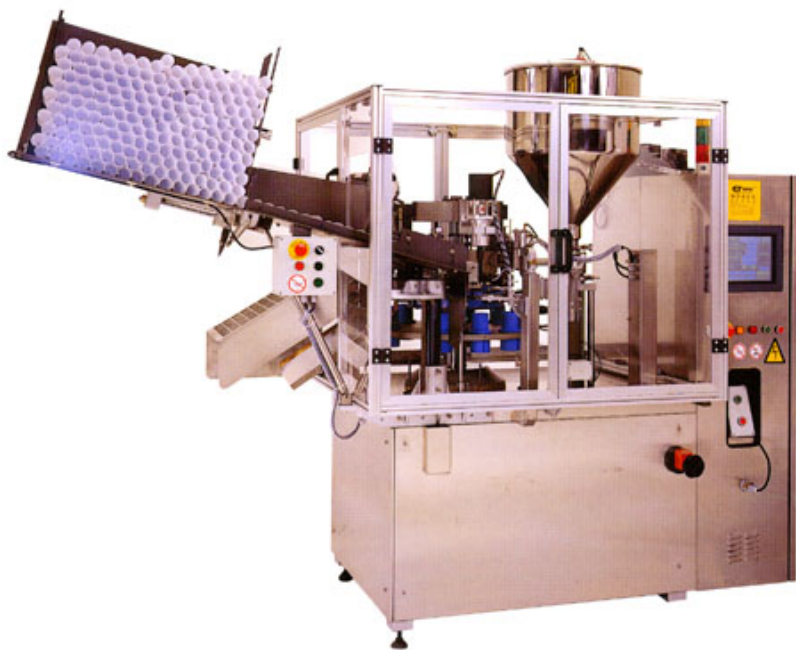
- Пример многомодульного оборудования для ультразвуковой сварки пластмасс, ф-ма Telsonic, Швейцария

УЗС сварочное оборудование



- Пример оборудования торсионной ультразвуковой сварки ф-ма Telsonic, Швейцария

УЗС сварочное оборудование



- УЗС узел в составе автоматической установки для расфасовки крема в полимерные тубы ф-ма «ST-RONG», Тайвань.

УЗС сварочное оборудование



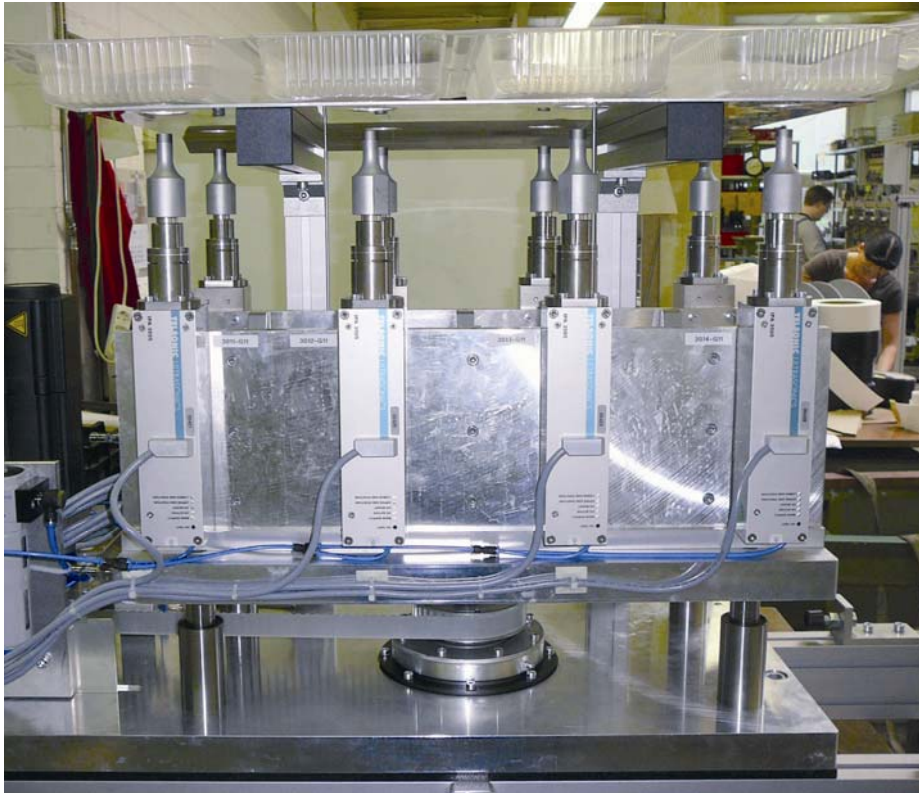
- Ультразвуковая резка полимерных материалов.
ф-ма Telsonic,
Швейцария

УЗС сварочное оборудование



- Использование нескольких акустических систем для сварки габаритной детали
ф-ма Telsonic, Швейцария

УЗС сварочное оборудование



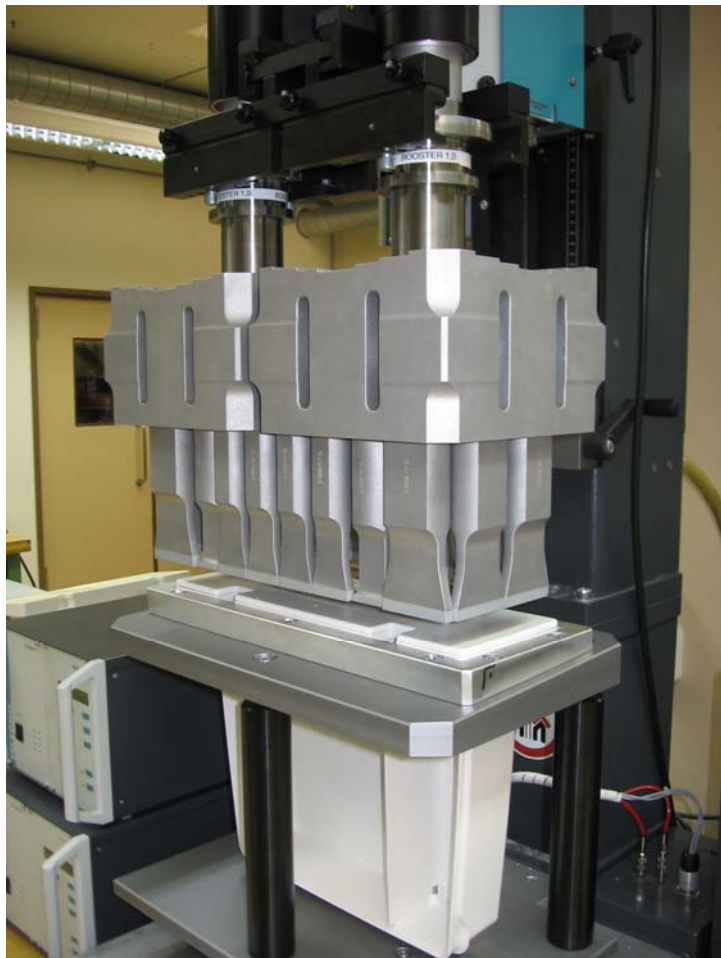
- УЗС оборудование с использованием нескольких интегрированных модулей IPA ф-ма Telsonic, Швейцария

УЗС сварочное оборудование



- Производство нетканых материалов
ф-ма Herrmann,
Германия

УЗС сварочное оборудование



- Пример УЗС габаритной детали двумя системами комбинированных соноотродов (сварочных инструментов) ф-ма «Telsonic», Швейцария