

ЛЕКЦИЯ 9,10

НЕРАЗБОРНЫЕ
СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
КОНСТРУКЦИЙ.



Сварные соединения



Для герметичного соединения деталей в вакуумной и криогенной технике могут применяться следующие виды сварок:

- а) газовая ацетиленовая;
- б) электродуговая; в) газодуговая в защитной среде;
- г) холодная методом пластической деформации;
- д) диффузионная в вакууме и сварка трением;
- е) электронно-лучевая.

Применение того или иного вида сварки определяется **материалом, конструкцией стыкуемых деталей и толщиной их стенок.**

В криогенной технике, как правило, используется **электродуговая сварка в среде аргона (аргонодуговая сварка)**. С ее помощью соединяются детали, выполненные из **нержавеющей стали, меди, алюминиевых сплавов.**

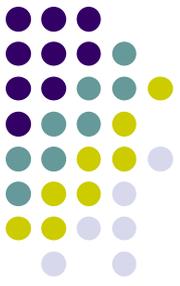
Сварные соединения

При разработке конструкций, соединяемых с помощью сварки, необходимо руководствоваться следующими правилами:



1. **механическая обработка** сварных швов **не рекомендуется**, так как она может привести к появлению течей;
2. подварка дефектного шва производится путем его срезки и наложения нового шва;
3. пересечение сварных швов по возможности следует избегать;
4. двухсторонние швы крайне нежелательны, так как в этом случае затрудняется проверка на герметичность;
5. наложение сварного шва желательно производить со стороны вакуумного объема;

Сварные соединения



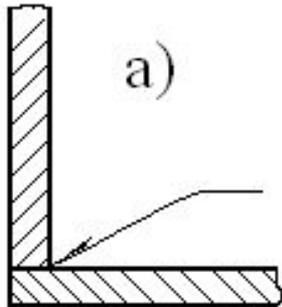
При разработке конструкций, соединяемых с помощью сварки, необходимо руководствоваться следующими правилами:

6. при сварке деталей, имеющих сравнимую толщину, желательно предусматривать выточки, пазы и бортики. Это позволяет **однозначно зафиксировать взаимное расположение деталей** друг относительно друга ;

7. при сварке материалов различной толщины необходимо приводить их в месте сварки **приблизительно к одинаковой толщине**. В противном случае возможен неоднородный прогрев деталей, что приведет к плохому качеству сварного шва.

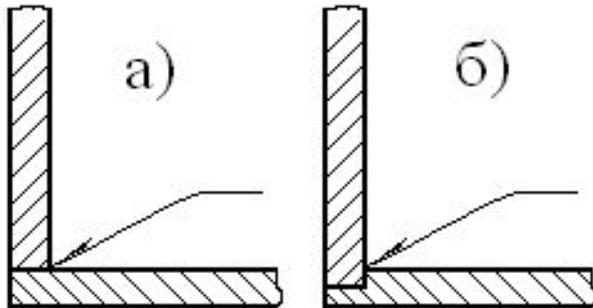
Сварные соединения

Детали с соизмеримыми размерами



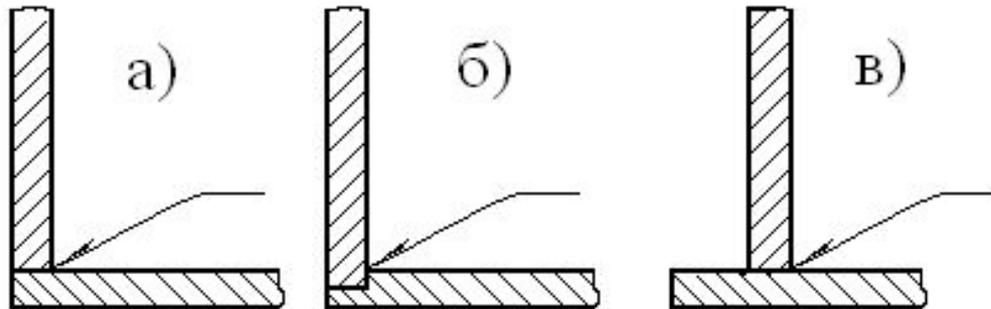
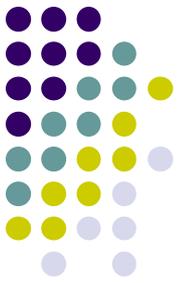
Сварные соединения

Детали с соизмеримыми размерами



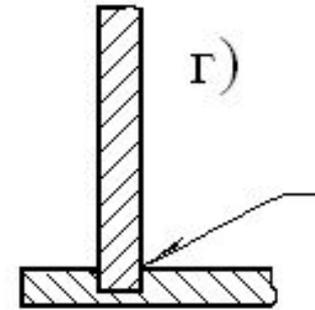
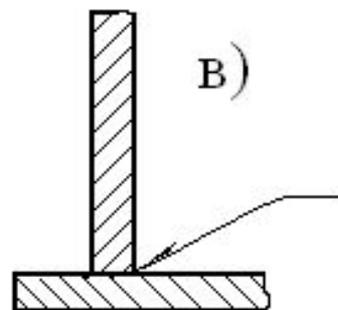
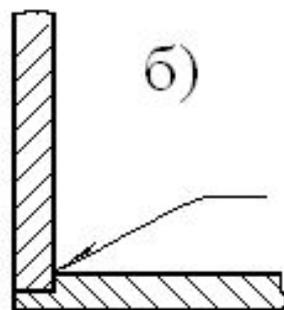
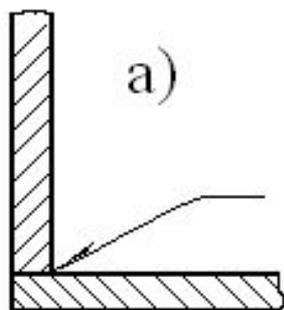
Сварные соединения

Детали с соизмеримыми размерами



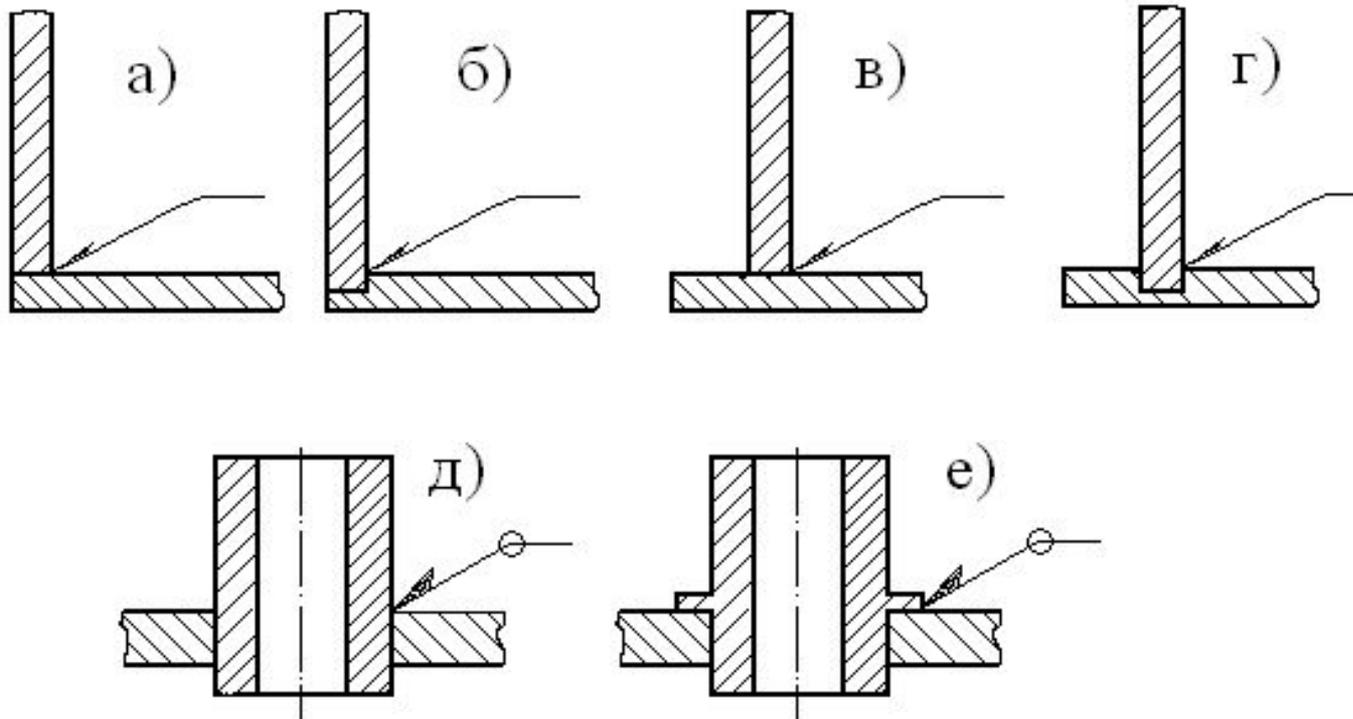
Сварные соединения

Детали с соизмеримыми размерами



Сварные соединения

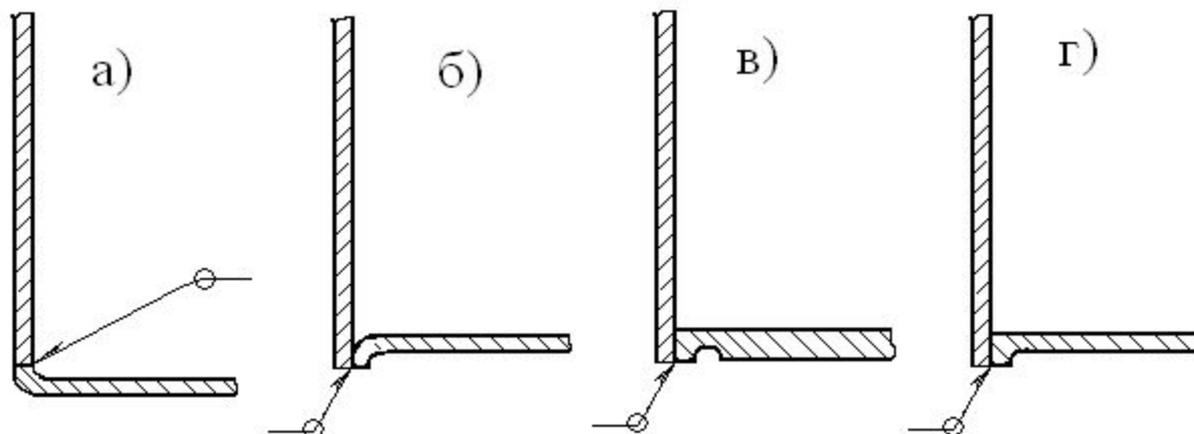
Детали с соизмеримыми размерами



Сварные соединения

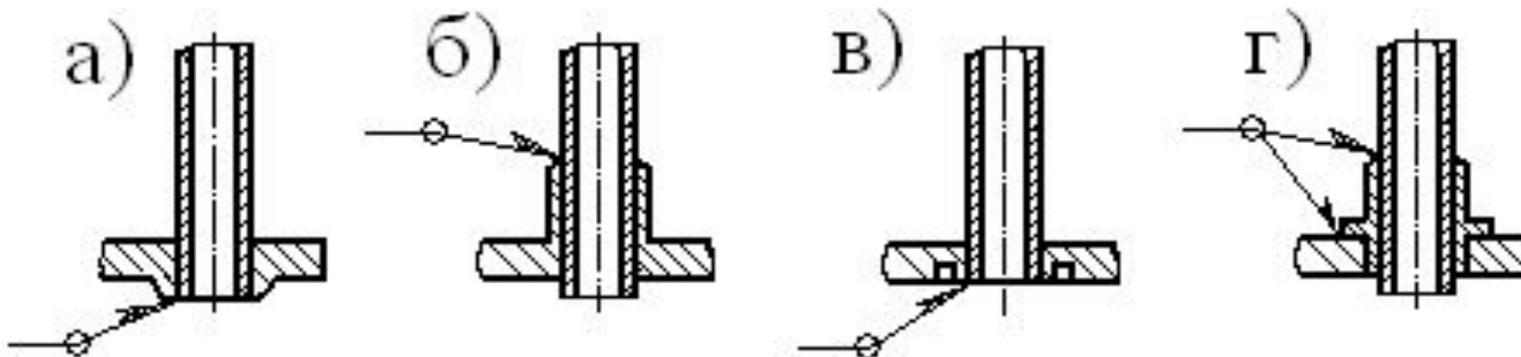


Соединение обечайки и заглушки



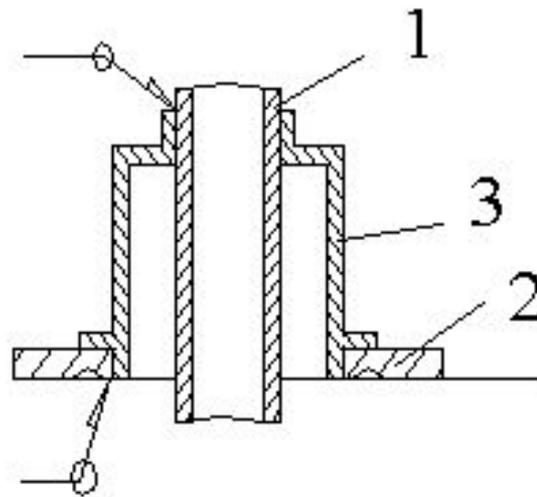
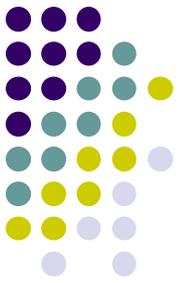
Сварные соединения

Соединение тонкой трубки и массивного фланца



Сварные соединения

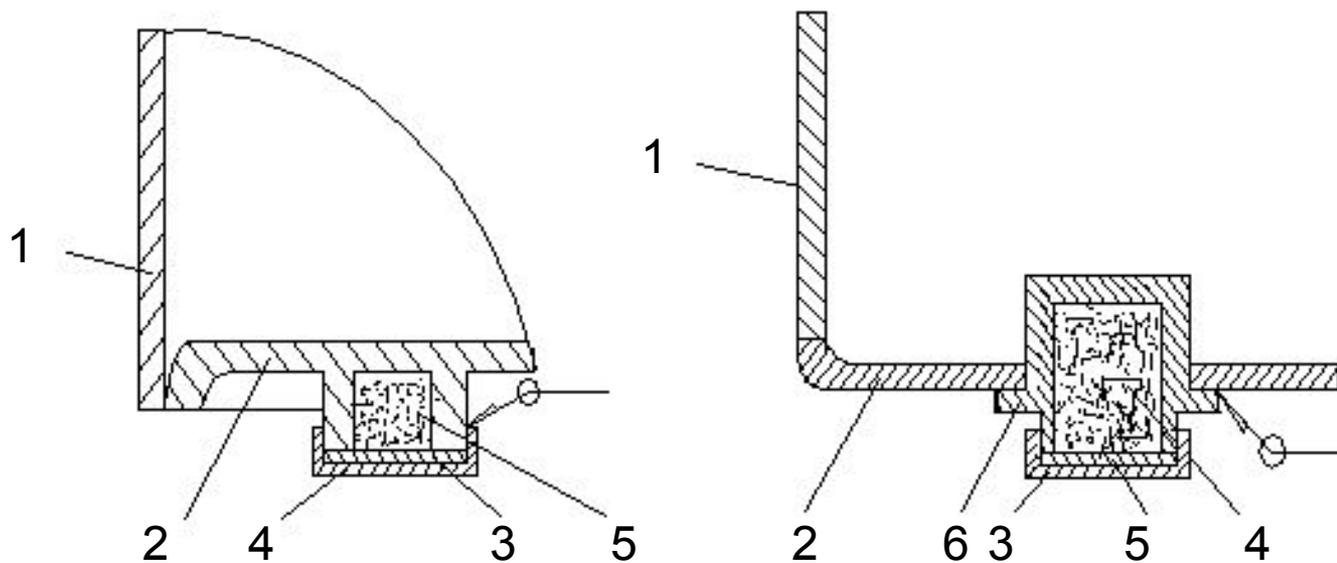
Соединение тонкой трубки и массивного фланца



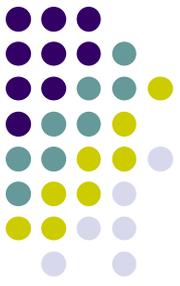
Сварные соединения



Примеры соединений сваркой



Соединение пайкой



По сравнению со сваркой, герметичная пайка металлов позволяет **значительно уменьшить температуру разогрева** соединяемых металлов.

Могут быть спаяны некоторые металлы и сплавы, не дающие герметичных сварных соединений: **сталь и латунь, алюминий и никель.**

Требования к припою: механическая прочность, пластичность, коррозионная стойкость, смачиваемость и жидкотекучесть при температуре плавления.

По относительной тугоплавкости припоев пайка делится на **твердую и мягкую.** Припои, плавящиеся при температуре ниже 300 °С, используются при мягкой пайке, а припои с температурой плавления более 300 °С – при твердой. Для получения паяных соединений с хорошим тепловым контактом часто применяют чистый индий.

Соединение пайкой

Химический состав и температура плавления мягких припоев



Марки припоев	Химический состав, %						Температура плавления, °С	
	Sn	Pb	Cu	Sb	Bi	Cd	Начало	Конец
ПОС-30	30	67,8	0,2	2	-	-	183	256
ПОС-40	40	57,9	0,1	2	-	-	183	235
ПОС-61	61	38,0	0,1	0,9	-	-	183	183
Сплав Вуда	12,5	25	-	-	50	12,5	68	70

Соединение пайкой



Химический состав и температура плавления твердых припоев

Марки припоев	Химический состав, %			Температура плавления, °С	
	Cu	Ag	Zn	Начало	Конец
ПСр-25	40	25	35	745	775
ПСр-40	30	40	30	660	725
ПМЦ-48	48	-	52	850	865
ПМЦ-54	54	-	46	876	880

Соединение пайкой



При пайке на воздухе для защиты поверхностей от окисления применяют **флюсы**.

Для мягкой пайки флюсом является смесь равных долей $ZnCl_2$ и HCl или раствор канифоли в спирте.

Для мягкой пайки нержавеющей стали флюсом может быть ортофосфорная кислота.

Твердая пайка нержавеющей стали осуществляется с флюсом, содержащим 40 % фтористого калия и 60 % борной кислоты.

Для твердой пайки конструкционных сталей, меди, латуни, бронзы в качестве флюса может применяться обезвоженная бура.

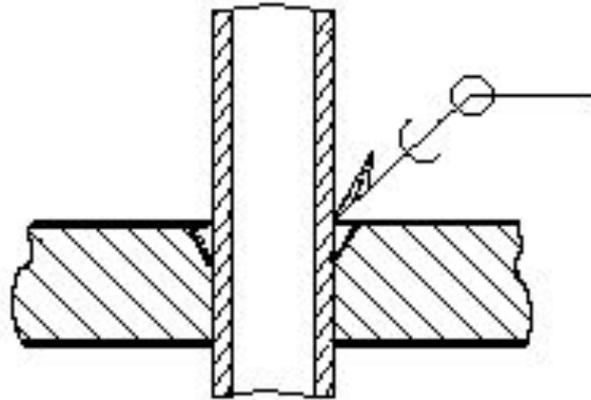
Соединение пайкой



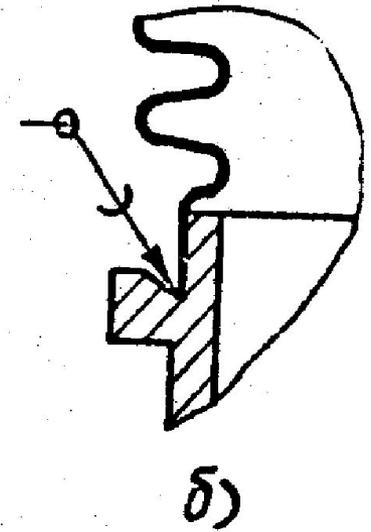
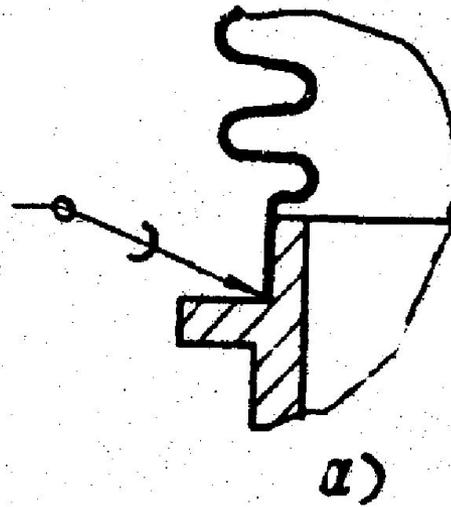
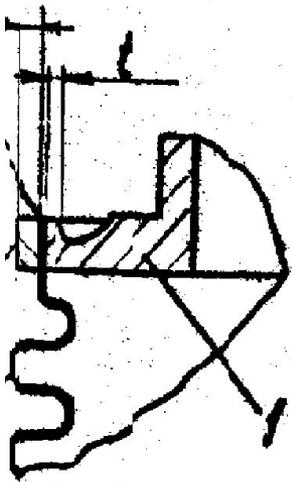
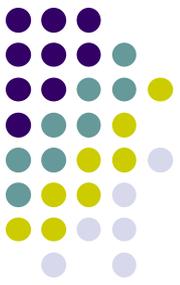
Общие правила применения паяных соединений:

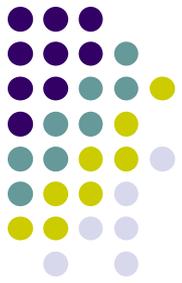
1. паяные соединения выполняют только в тех случаях, когда невозможно применить сварку (соединения разнородных металлов, тонкостенных материалов, запрет на сильный нагрев и т.д.);
2. при пайке разнородных материалов предпочтение следует отдавать такому варианту, где материал с меньшим коэффициентом термического расширения охватывается материалом с большим коэффициентом термического расширения. При охлаждении такой конструкции слой припоя оказывается нагруженным на сжатие;
3. при пайке необходимо предусмотреть выход горячих газов из замкнутого объема;
4. герметичное паяное соединение трубки и фланца на деталях, соединяемых с помощью пайки, необходимо предусмотреть площадку или небольшую проточку для растекания припоя.

Соединение пайкой



Соединение пайкой





Соединение склеиванием

В низкотемпературных устройствах склеивание применяют для соединения оптических окон с металлической конструкцией, укрепления подложек на держателе образца, прикрепления к металлическим деталям деталей из текстолита или гетинакса.

В качестве клеев чаще всего используются эпоксидные смолы с добавлением пластификатора и наполнителя. Хорошо зарекомендовали себя клеи БФ, резиновый клей, клеи ПВА, а также силиконовые герметики.