

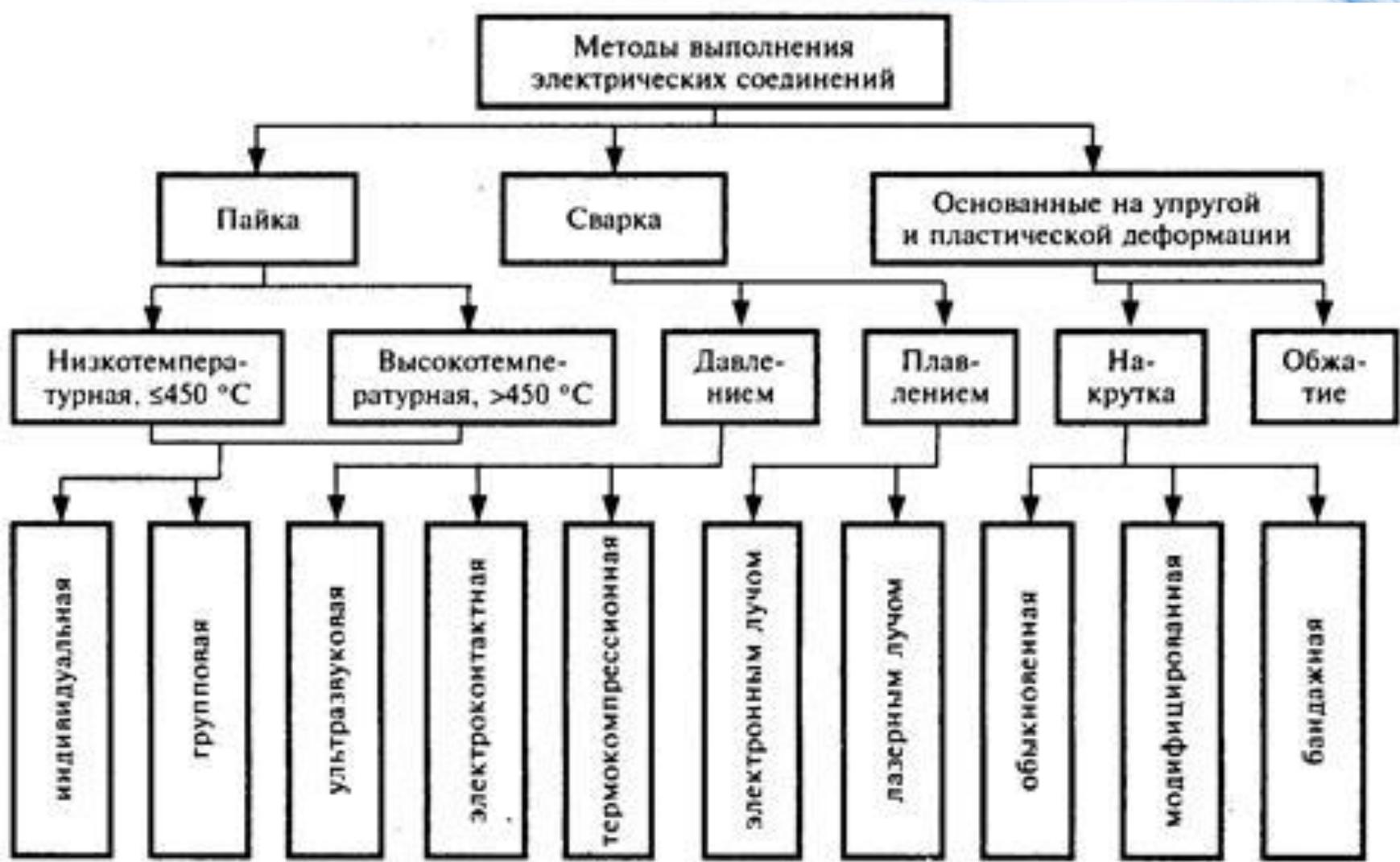


Омский Государственный
ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Лекция 7

ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Методы создания монтажных соединений

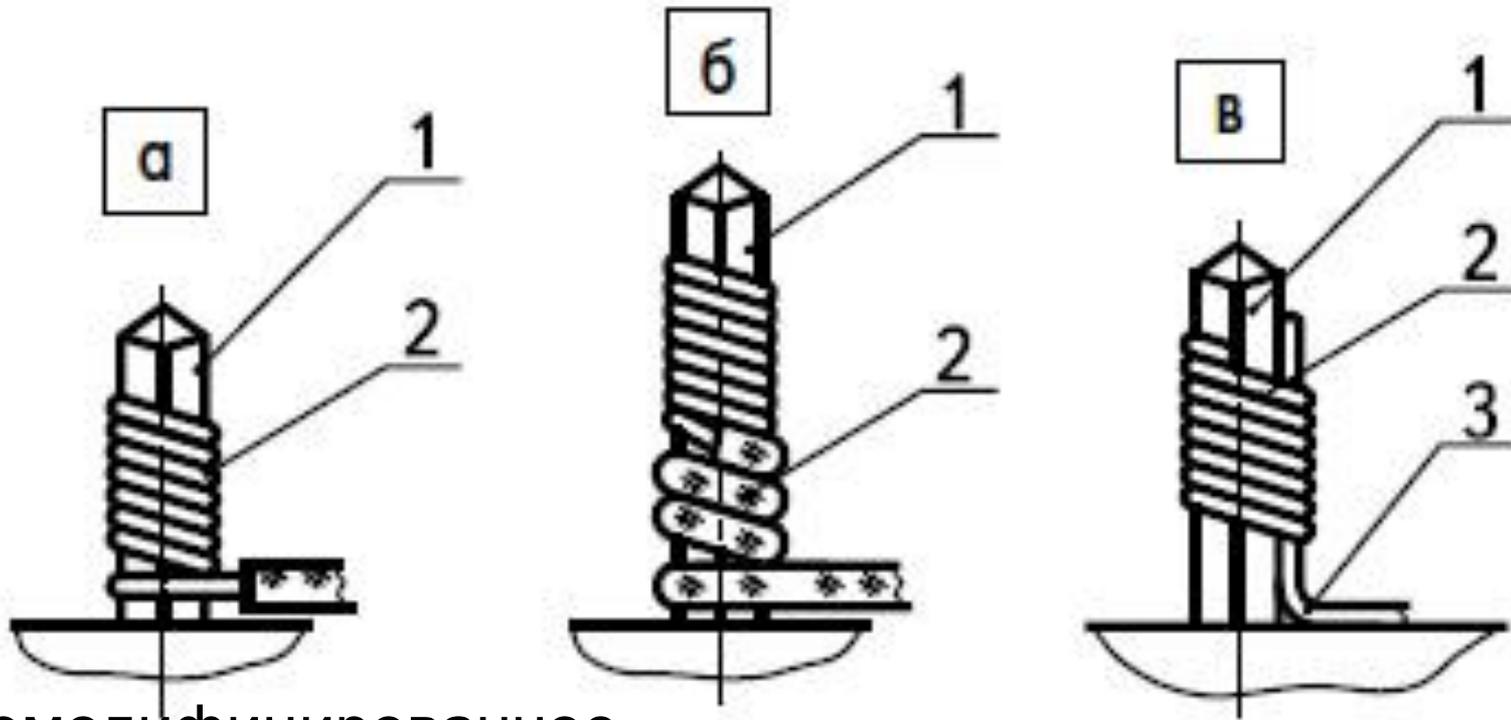


Накрутка — это соединение оголенного провода со штыревым выводом, имеющим острые кромки, путем навивки провода на вывод с определенным усилием.

При этом кромки штыря, частично деформируясь, врезаются в провод, разрушая на нем оксидную пленку и образуя газонепроницаемое соединение.

Концентрация напряжений в зоне контакта и значительное давление (до 15—20 МПа) обуславливают взаимную диффузию металлов, что способствует повышению надежности соединений.

Виды присоединения монтажных проводов к выводам контактов методом накрутки



а) немодифицированное

б) модифицированное

в) бандажное

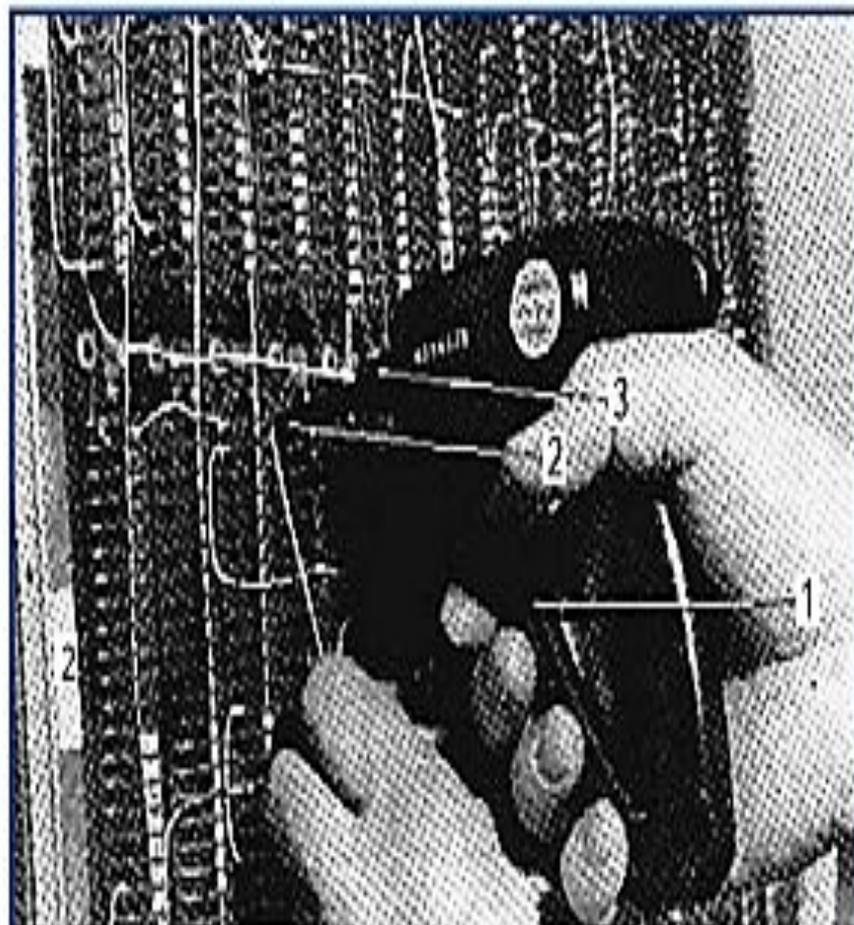
1 — вывод хвостовика электрического контакта;

2 — проводник;

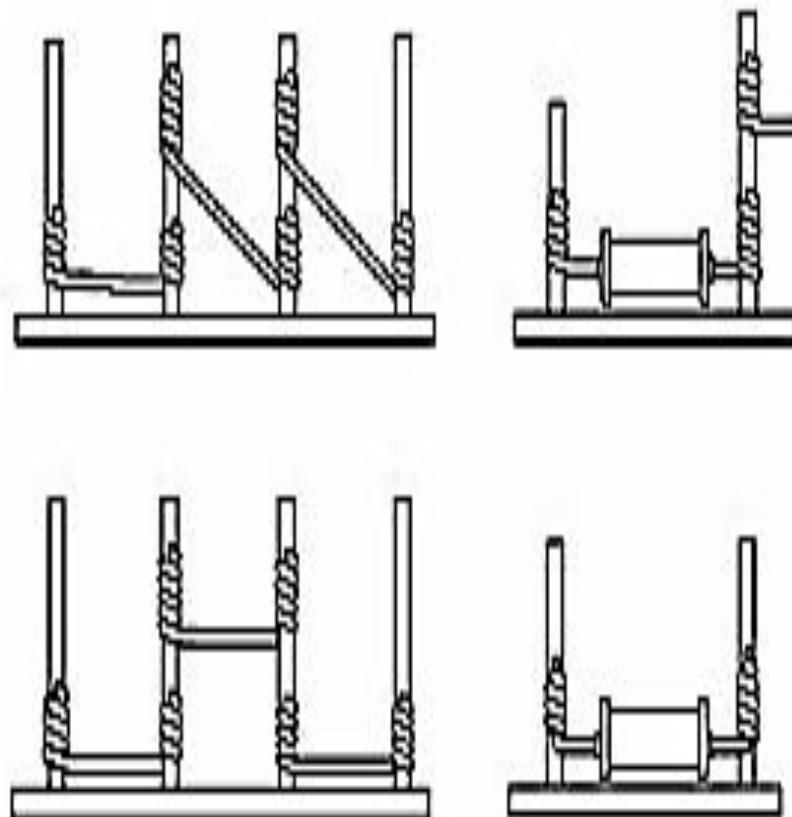
3 — бандажируемый элемент

Деформация в накрутке





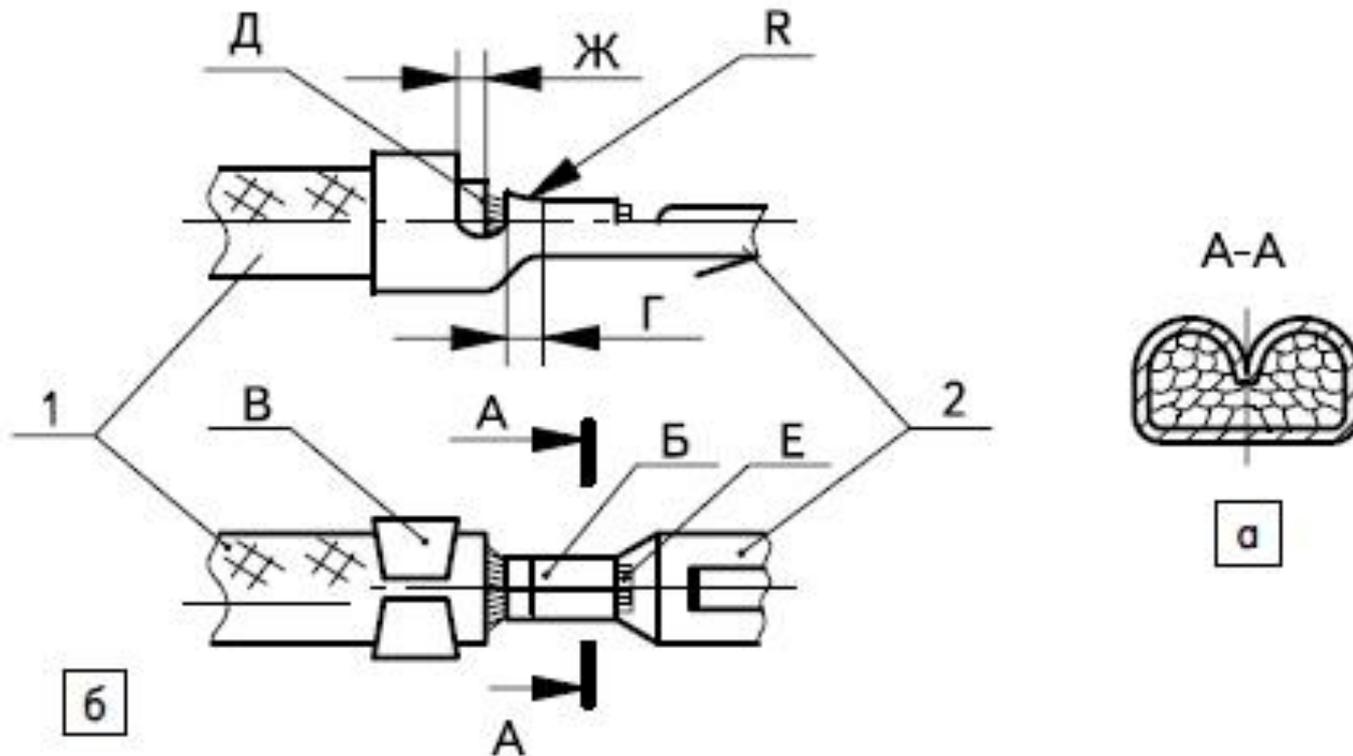
Инструмент для накрутки
 в руках оператора:
 1 — курок инструмента; 2 — оправка; 3 — шпindelь



Разнообразие разводки проводов
 при выполнении соединений накруткой

Обжимка - способ образования контактного соединения под действием сильной пластической деформации соединяемых элементов.

Вследствие холодной текучести контактирующих поверхностей между соединяемыми материалами образуется газо- и вибростойкое соединение.



Общий вид контакта, обжатого на проводе, и сечение контакта (б) вместе с жилой (а):

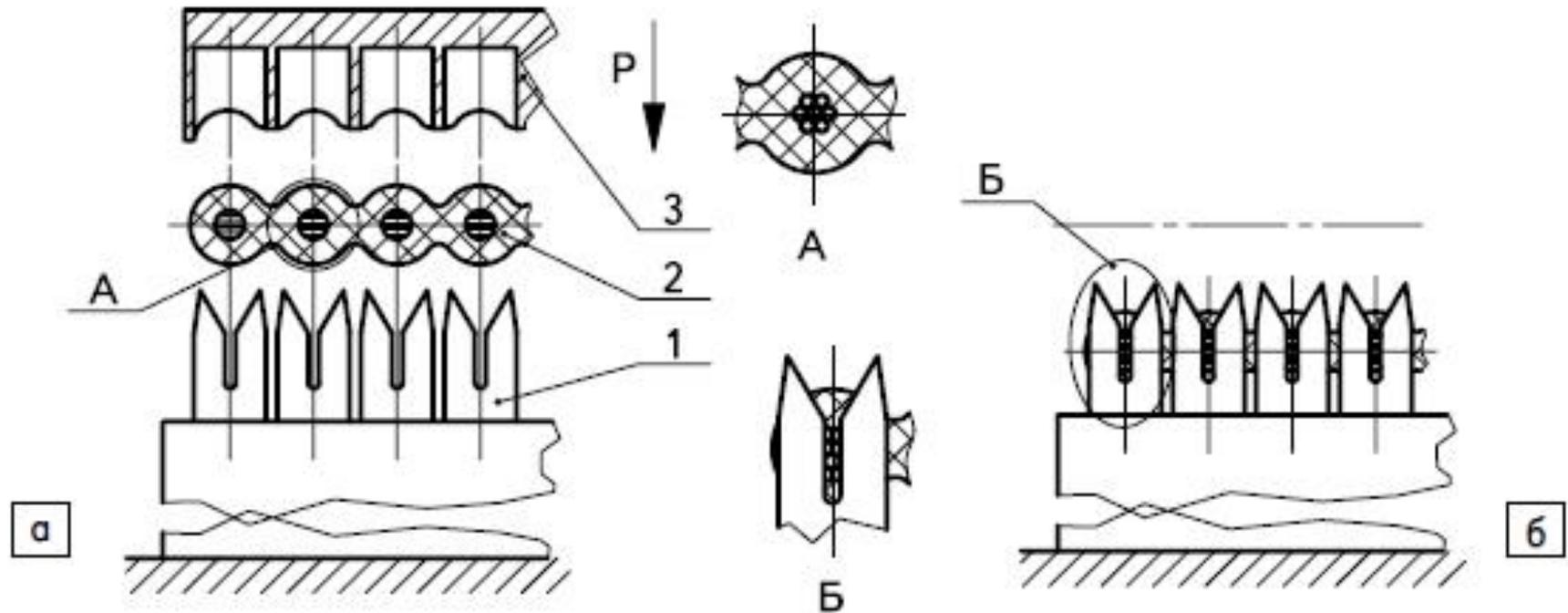
1 — монтажный провод; **2** — контакт;

Б — обжимные «лапки» жилы провода; **В** — обжимные «лапки» изоляции провода; **Г** — радиусный переход «лапок» жилы провода;

Д — край изоляции провода; **Е** — край жилы провода;

Ж — расстояние между концом зачистки провода и обжимными «лапками» изоляции

Присоединение проводов методом врезки



а) установка ленточного кабеля на хвостовики контактов до врезки:

1 — хвостовик контакта; **2** — ленточный кабель (плоский кабель);
3 — планка соединителя, с помощью которой досылается плоский кабель на хвостовики контактов;

б) запрессованный кабель на хвостовики контакта:

А — вид жилы кабеля до запрессовки; **Б** — вид запрессованной жилы кабеля на хвостовик контакта

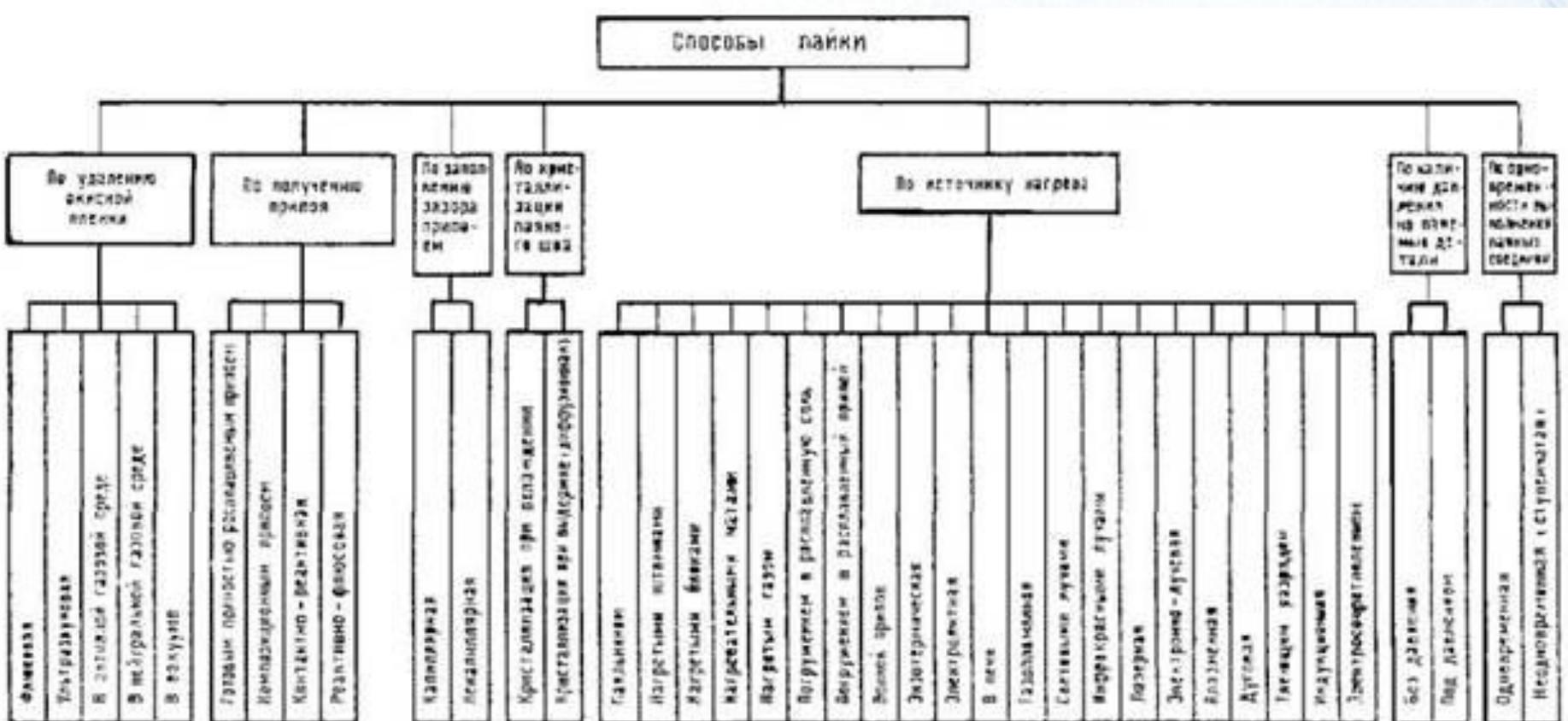
Токопроводящие клеи в отличие от припоев отверждаются при более низких температурах, что не вызывает изменения структуры соединяемых материалов.

Токопроводящие клеи — **контактолы** — относятся к гетерогенным структурам, в которых связующим являются различные смолы, а наполнителем — порошки серебра, золота, палладия, никеля, меди, графита.

Основную массу таких клеев приготавливают на основе эпоксидных, уретановых, силиконовых композиций.



Классификация способов пайки



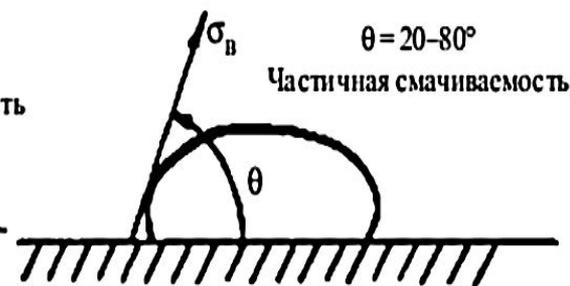
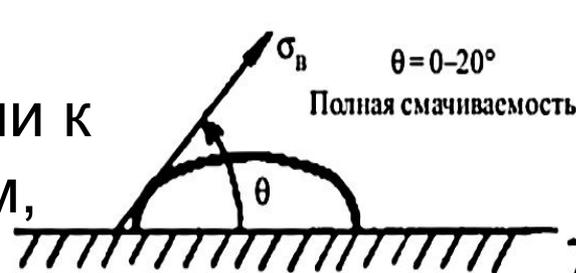
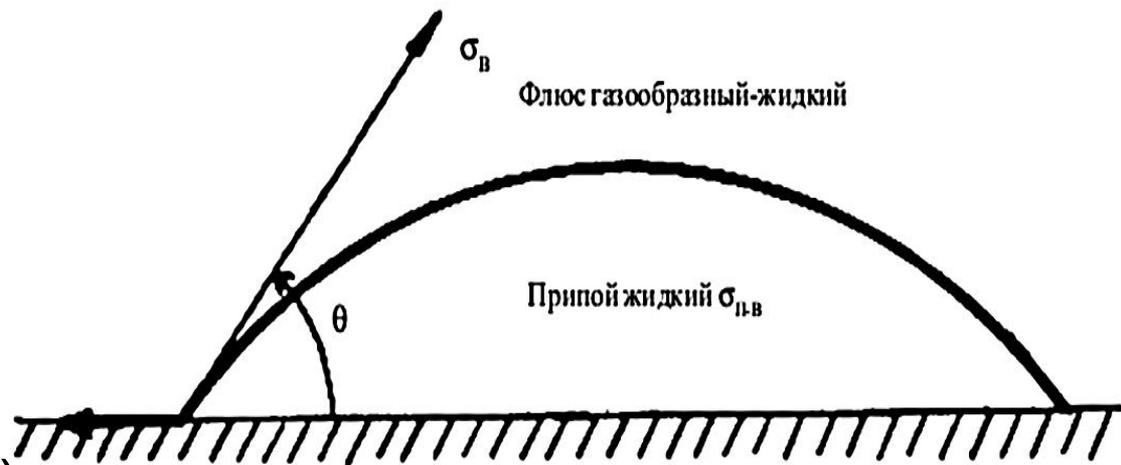
Физико-химическое основы монтажной пайки

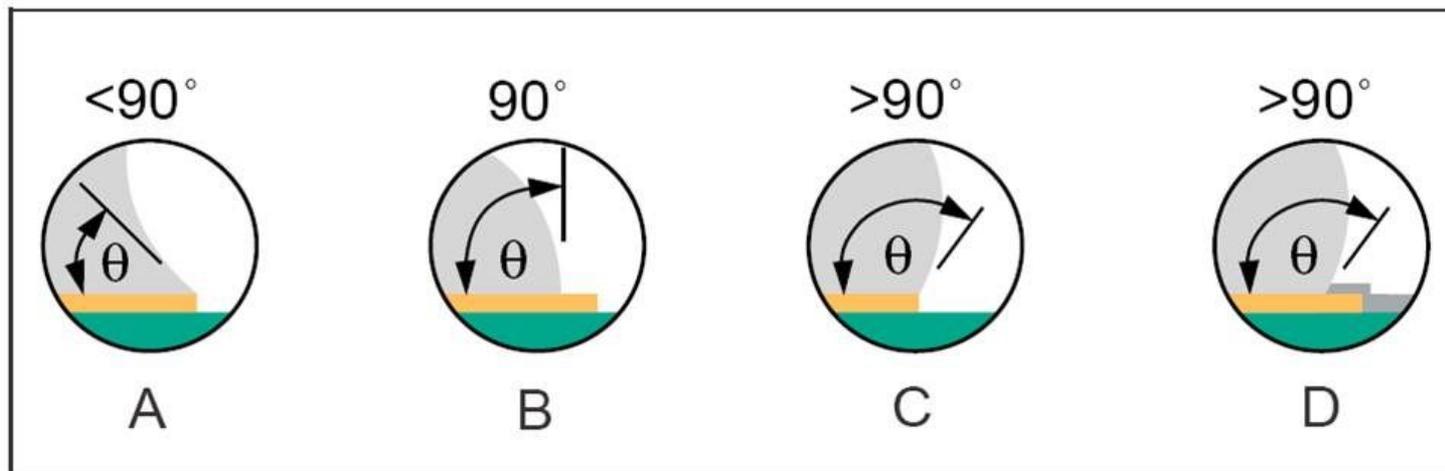
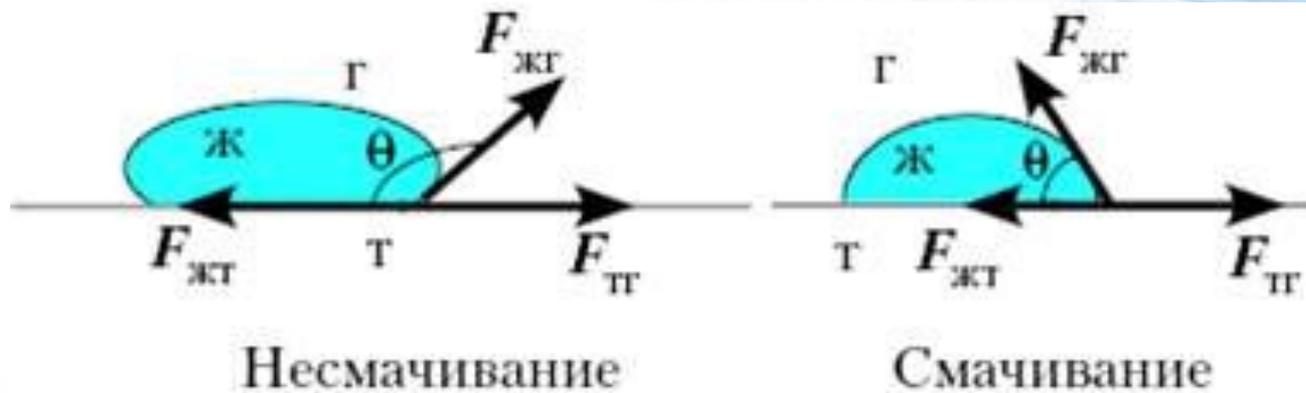
Монтажная пайка представляет собой процесс механического и электрического соединения металлических деталей **с нагревом ниже температуры их расплавления** путем смачивания и заполнения зазора между ними расплавленным припоем и сцепления за счет отверждения паяного шва.

Смачивание — это поверхностное явление, заключающееся во взаимодействии жидкости с поверхностью твердого тела или другой жидкости.

Степень смачивания характеризуется **углом смачивания**.

Угол смачивания (краевой угол смачивания) это угол, образованный касательными плоскостями к межфазным поверхностям, ограничивающим смачивающую жидкость, а вершина угла лежит на линии раздела трёх фаз.





Угол смачивания паяного соединения (соединение компонента и контактной площадки) не должен превышать 90°

(A-B). Исключение составляют случаи, когда угол смачивания паяного соединения более 90°

(C,D) вызван тем, что контур галтели припоя выступает за пределы контактной площадки или паяльной маски.

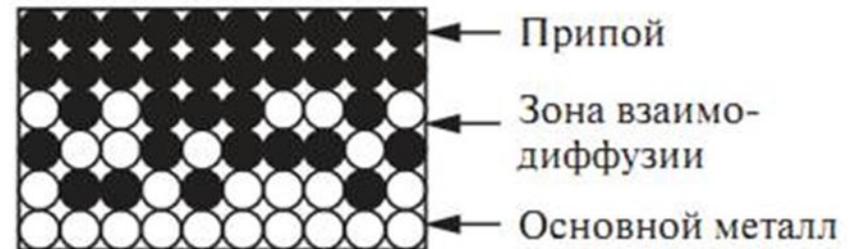
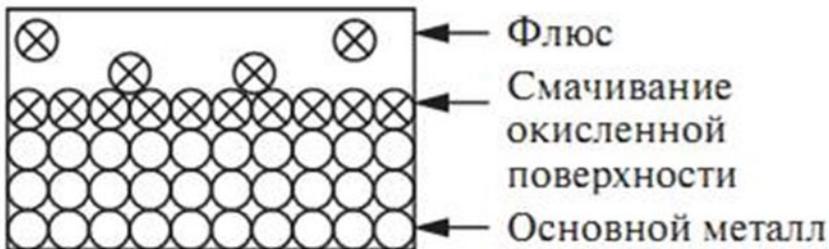
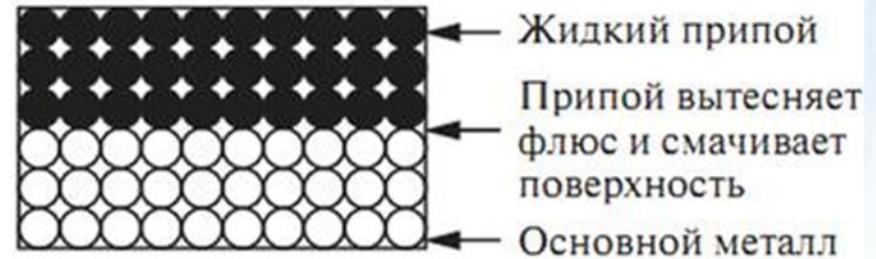
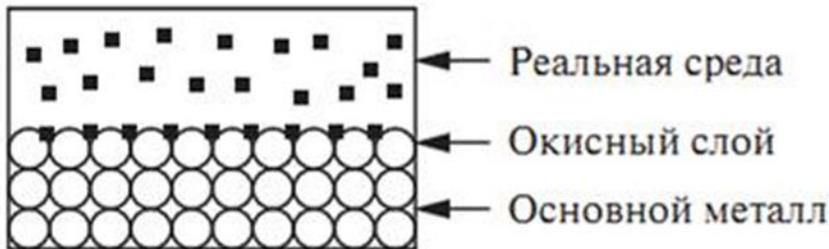
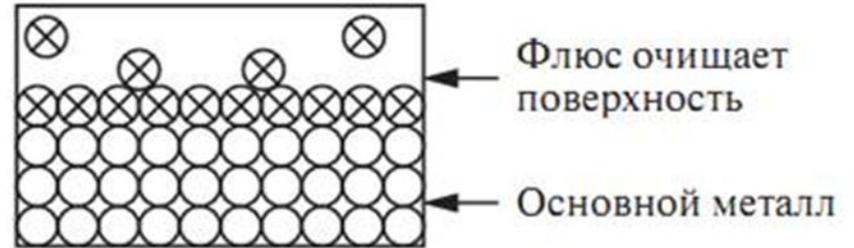
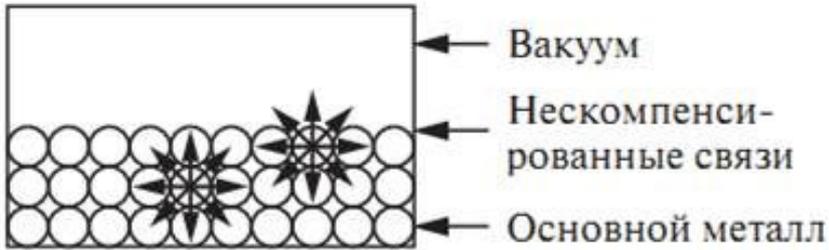
Стадии физико-химического процесса пайки

Стадии образования соединения:

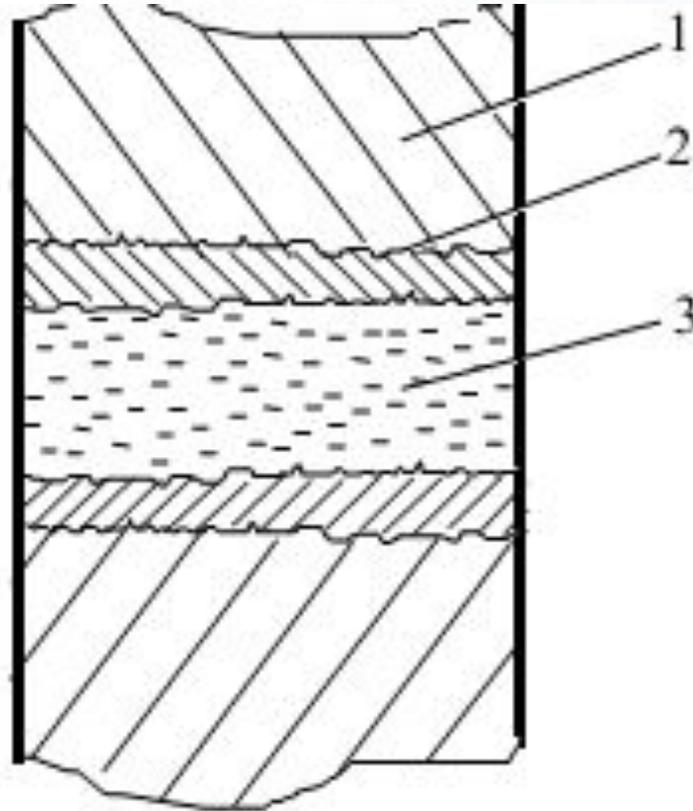
- активация металлических поверхностей флюсом
- нагрев поверхностей выше точки плавления припоя
- вытеснение флюса припоем
- растекание жидкого припоя – процесс смачивания
- взаимная диффузия припоя и соединяемых поверхностей – образование сплавной зоны
- химическое взаимодействие припоя и соединяемых поверхностей

Отсутствие диффузионной зоны указывает на недостаточную связь, т. е. на наличие «холодной» пайки: электрическое соединение неустойчиво.

Стадии образования паяного соединения



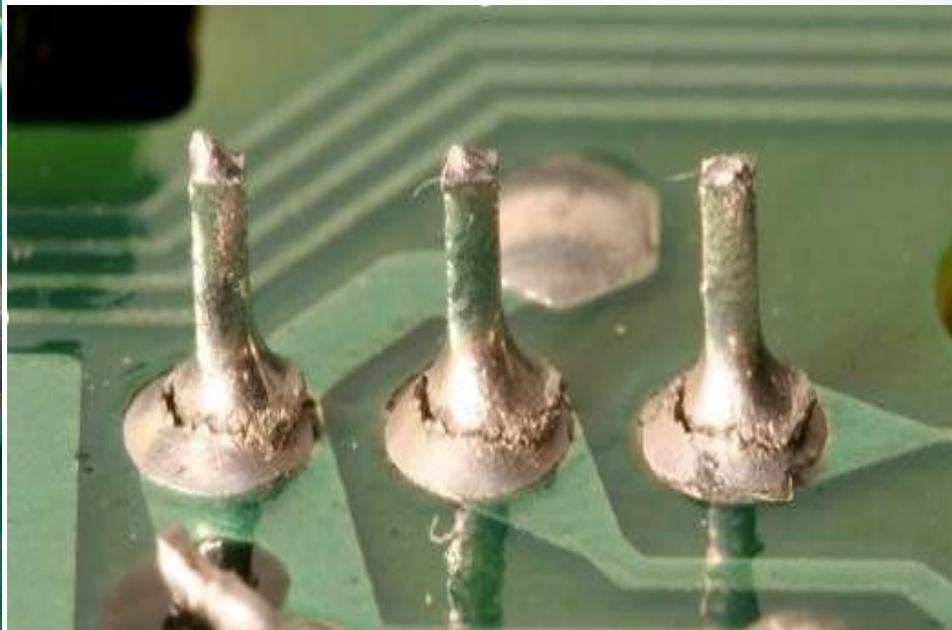
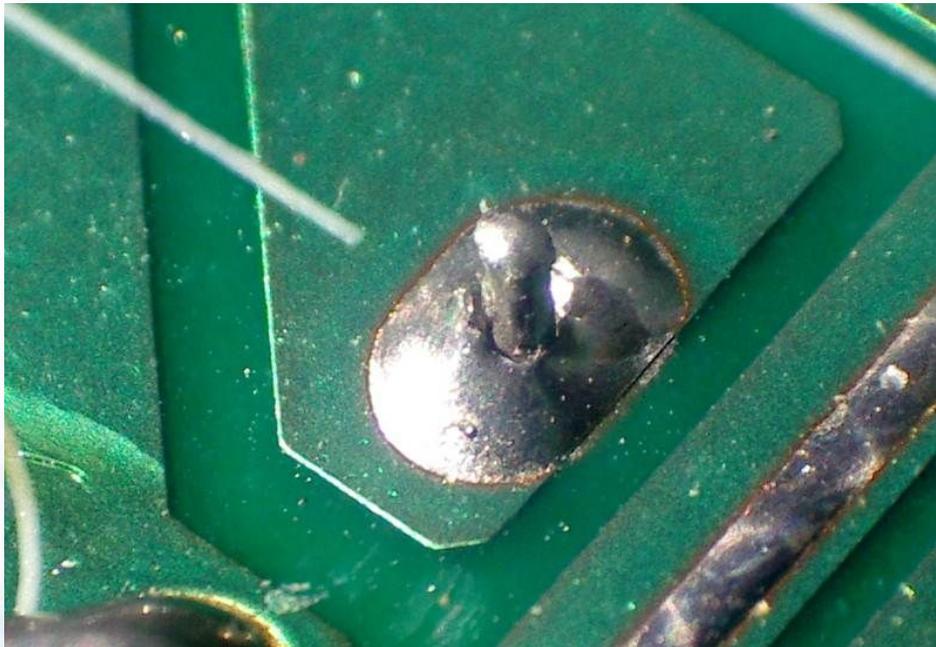
Структура паяного соединения



**1, 5 – соединяемые детали; 2, 4 – зоны диффузии;
3 – припой**

Холодная пайка — дефект пайки, при котором не образуется прочного паяного соединения (надёжного электрического контакта).

Паянное соединение, которое характеризуется недостаточным смачиванием и серой пористой (зернистой) структурой.



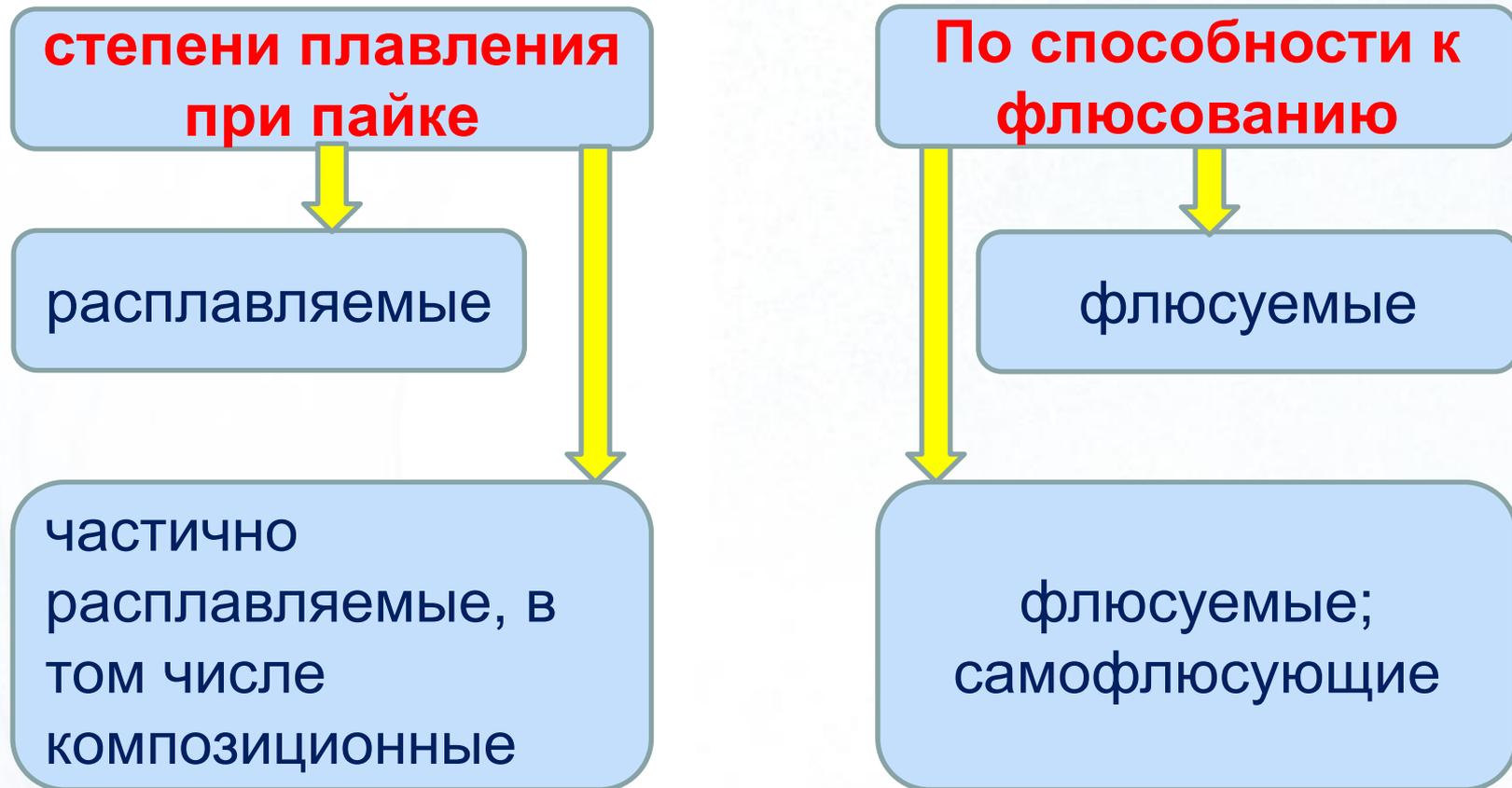
Припой — металл или сплав, применяемый при пайке для соединения заготовок и имеющий температуру плавления ниже, чем соединяемые металлы.

В качестве припоев используют сплавы, у которых температуры плавления меньше, чем у любого из компонентов сплава.

Из всех сплавов в качестве припоев используют те, которые являются хорошо смачивающими жидкостями и способны образовывать металлическую связь с соединяемыми металлами.

Классификация припоев ГОСТ 19248-90

устанавливается по следующим признакам:



Классификация припоев ГОСТ 19248-90

устанавливается по следующим признакам:

температуре плавления

припои для
низкотемпературной
(мягкой) пайки с
температурой
плавления **не более 450°C**

особолегкоплавкие
($\leq 145^\circ\text{C}$)

легкоплавкие ($> 145 \leq 450^\circ\text{C}$)

припои для
высокотемпературной
(твердой) пайки с
температурой
плавления **более 450°C**

среднеплавкие
($> 450 \leq 1100^\circ\text{C}$)

высокоплавкие
($> 1100 \leq 1850^\circ\text{C}$)

тугоплавкие ($> 1850^\circ\text{C}$)

Классификация припоев ГОСТ 19248-90

устанавливается по следующим признакам:

По способу изготовления

```
graph TD; A[По способу изготовления] --> B[литые]; A --> C[спеченные]; B --> D[тянутые]; B --> E[катаные]; B --> F[прессованные]; B --> G[измельченные]; C --> H[штампованные]; C --> I[плакированные]; C --> J[многослойные];
```

литые

тянутые

катаные

прессованные

измельченные

спеченные

штампованные

плакированные

многослойные

Классификация припоев ГОСТ 19248-90

устанавливается по следующим признакам:

По виду полуфабриката

```
graph TD; A[По виду полуфабриката] --> B[листовые]; A --> C[таблетированные]; B --> D[ленточные]; B --> E[трубчатые]; B --> F[пастообразные]; B --> G[проволочные]; C --> H[прутковые]; C --> I[фасонные]; C --> J[порошковые]; C --> K[формованные];
```

листовые

ленточные

трубчатые

пастообразные

проволочные

таблетированные

прутковые

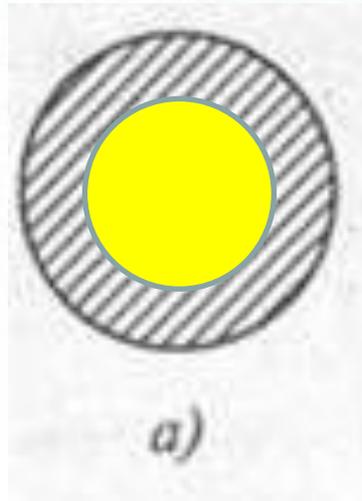
фасонные

порошковые

формованные

Трубчатый припой, представляет собой пустотелую трубку небольшого диаметра, изготовленную из сплава и заполненную флюсом.

Простейшая конструкция трубчатого припоя представляет собой трубку с круглой сердцевиной из флюса, расположенной в центре (**a**).

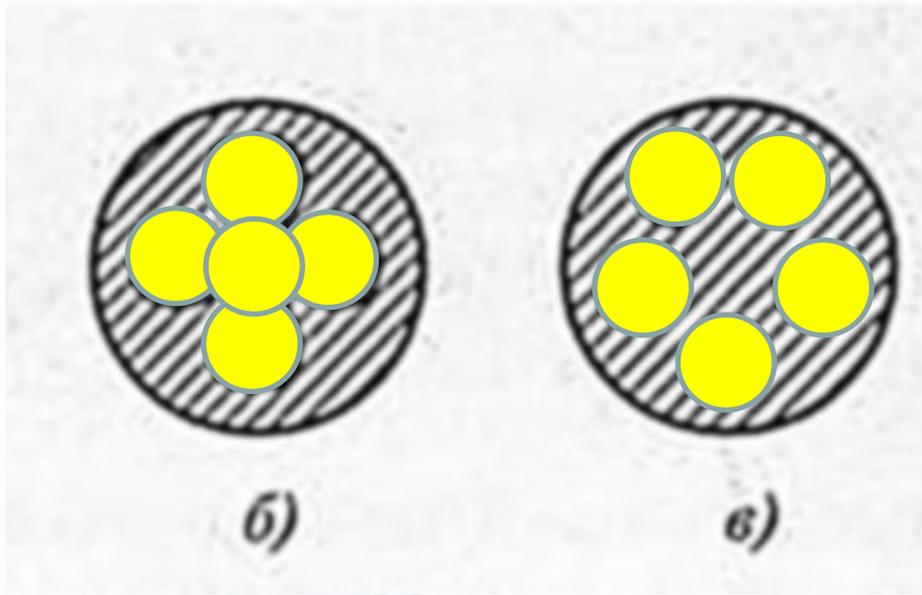


Недостатками такой конструкции являются

- перерывы в подаче флюса при наличии пустот в припое
- преждевременное вытекание и испарение флюса во время расплавления довольно толстых стенок трубки
(это приводит к уменьшению подачи флюса к месту пайки и, следовательно, к понижению ее качества.)

Вероятность перерывов в подаче флюса уменьшается при более сложной форме сердцевины.

Эти припои имеют более тонкие стенки, в результате чего обеспечивается быстрое плавление припоя и быстрое освобождение флюса и подача его к месту пайки в наиболее активном состоянии.



Большое значение имеет дозировка флюса (независимо от формы сердцевины).

При изготовлении трубчатого припоя соотношение количества флюса и припоя тщательно контролируется.

Для электромонтажных паек применяют трубчатые припои, в которых сердцевина из флюса составляет 1 ... 4 % общей массы припоя.

Standard	Standard	Standard
NO. 66 REGULAR	NO. 58 MEDIUM	NO. 50 SMALL
		
*3.3%	*2.2%	*1.1%



Классификация припоев ГОСТ 19248-90

устанавливается по следующим признакам:

По основному компоненту

оловянно-
свинцовые

свинцовые

серебряные

медно-цинковые

медные

золотые

никелевые

палладиевые

платиновые



Оловянно-свинцовые припои применяют в различных отраслях промышленности при низкотемпературной пайке сталей, никеля, меди и ее сплавов.

Оловянно-свинцовые припои обладают:

- высокими технологическими свойствами
- пластичны
- при выполнении пайки не требуют дорогостоящего оборудования.

Пайку оловянно-свинцовыми припоями производят обычно при нагреве паяльником.

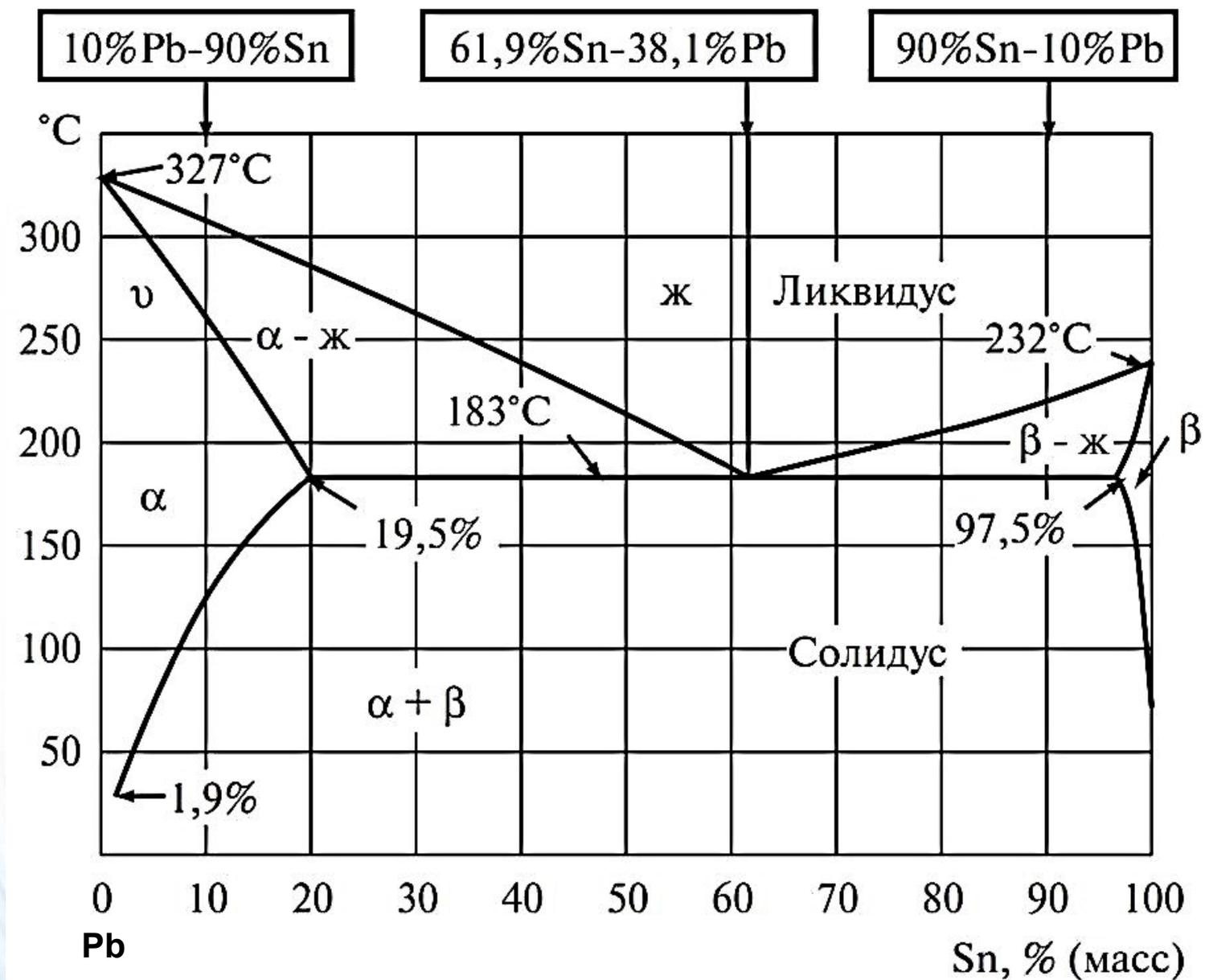
В зависимости от содержания в припоях олова изменяются свойства и температура плавления (**Диаграмма состояния олово-свинец**).

Наименьшей температурой плавления (**183 °C**) обладает эвтектический сплав (**61 % Sn и 39 % Pb**).

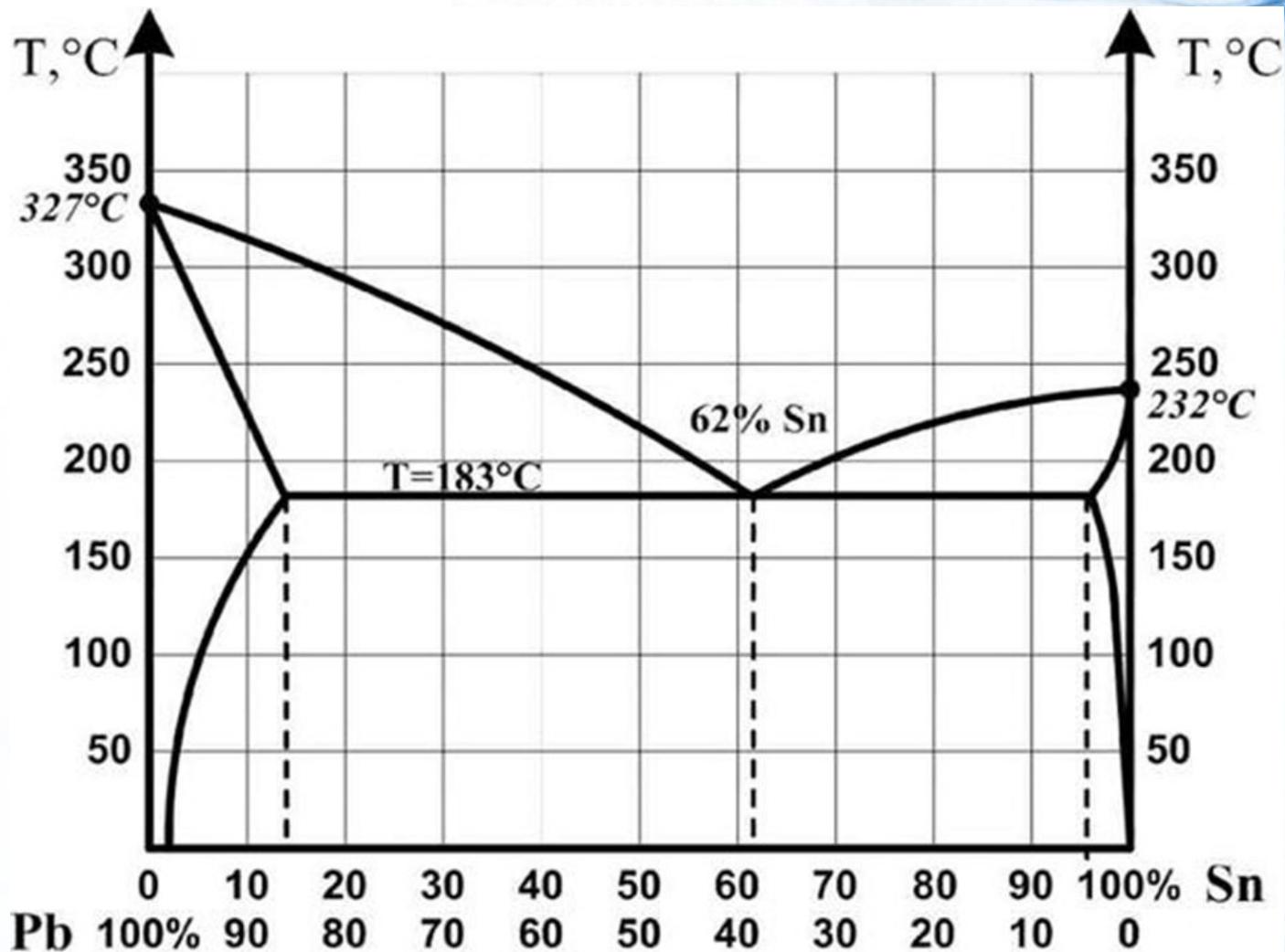
Сплав при этом имеет **эвтектическую структуру**, весьма пластичен, обладает высокими технологическими свойствами.

Сплаву соответствует **Припой ПОС-61 ГОСТ 21930-76**

Диаграмма состояния сплава Pb-Sn



посб1



Диаграммы состояния с неограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии и ограниченной в твердом.

Состав, температуры плавления и области применения оловянно-свинцовых припоев

Марка припоя	Состав, % (остальное свинец)	Температура плавления, °С	Область применения
ПОС 30	Олово 29—30, сурьма 1,5—2,0	183—256	Пайка и лужение меди и ее сплавов, углеродистых сталей
ПОС 40	Олово 39—40, сурьма 1,5—2,0	183—235	Пайка деталей из медных сплавов, сталей
ПОС 61	Олово 59—61, сурьма до 0,8	183	Пайка монтажная, лужение выводов ЭРЭ и ИМС
ПОС 61М	Олово 59—61, сурьма до 0,8, медь 1,5—2	183—185	Пайка паяльником монтажных соединений
ПОС 63	Олово 63±0,5, примеси 0,15	183—185	Пайка волной припоя МПП
ПОС 90	Олово 90	183—222	Пайка деталей по серебряным и золотым покрытиям

Припой должны удовлетворять следующим требованиям:

- высокая механическая прочность в заданных условиях эксплуатации
- высокие электропроводность и теплопроводность, герметичность
- стойкость против коррозии
- жидкотекучесть при температуре пайки
- хорошее смачивание основного металла
- малый температурный интервал кристаллизации

Недостатки припоев системы **Sn—Pb** :

разупрочнение и ползучесть при температурах выше 100—150 °С.

Припои **ПОС 30**, **ПОС 40** имеют большую прочность, но и более широкие температурные интервалы кристаллизации, что снижает производительность процессов пайки.

Путем введения легирующих добавок в систему **Sn—Pb** получают припои, отличающиеся :

- повышенной механической прочностью (**Sb**)
- пониженной температурой плавления (**Bi, Cd, In**)
- повышенной электропроводностью (**Ag**)
- пригодностью к УЗ-пайке (**Zn**)
- пайке полупроводниковых приборов (**In, Au, Ga**)

Характеристики специальных припоев

Марка припоя	Состав, %, (остальное — свинец)	Температура плавления, °С	Область применения
<i>Повышенной прочности</i>			
ПОС 4-6	Олово 4—3, сурьма 5—6	245—265	Пайка медных сплавов с повышенной прочностью
ПОССу 10-2	Олово 8—10, сурьма 2—3	268—285	Пайка медных и никелевых сплавов с повышенной прочностью
<i>Особолегкоплавкие</i>			
ПОСК 50-18	Олово 50, кадмий 18	142—145	Пайка чувствительных к перегреву элементов, серебряных покрытий
ПОСВ 33	Олово 33, висмут 33	120—130	Лужение печатных плат
ПОСВ 50	Олово 25, висмут 50	90—92	Лужение ПП и МПП
(сплав Розе) ПОСВ 50К	Олово 12,5, кадмий 12,5, висмут 50	66—70	Пайка предохранителей
(сплав Вуда) ПОИ 50	Олово 50, индий 50	117	Пайка подложек ГИС, БГИС, феррита, керамики
<i>Серебросодержащие</i>			
ПСр 45	Серебро 45, медь 30, цинк 25	660—725	Пайка изделий из меди и стали при повышенных статических и вибрационных нагрузках
ПСр 2,5	Олово 5, серебро 2,5	295—305	Пайка медных волноводов с гальваническим серебряным покрытием
ПСр 1,5	Олово 15, серебро 1,5	265—270	Пайка и лужение ЭРЭ, работающих при температуре до 200 °С

Новое обозначение припоев (1)

Первая часть содержит букву **В**, означающую припой.

Вторая часть содержит группу символов - **химических элементов припоя**:

- 1- основной элемент припоя, определяющий его основные свойства
- 2 - численное значение его массовой доли в процентах.
(Массовую долю остальных элементов не указывают.)
- Остальные химические символы указывают в порядке убывания массовой доли элементов.

(В случае, если в припое два или более элементов имеют одну и ту же массовую долю, их указывают в порядке понижения атомного номера. Элементы припоя, массовая доля которых составляет меньше 2%, не указывают, кроме элементов, оказывающих существенное влияние на свойства припоя, драгоценных и редких металлов, если они не являются примесями.)

Обозначение припоев (2)

- В обозначении указывают не более шести химических элементов
- 3 - значение температуры начала и конца плавления припоя.

(Для эвтектических сплавов указывают только температуру плавления.)

Точность указания температур

±0,5% для припоев, применяемых при твердой (высокотемпературной) пайке

±2% - при мягкой (низкотемпературной) пайке.)

Обозначение припоев (3)

Примеры условных обозначений:

Эвтектический припой, содержащий **72%** серебра (основной элемент) и **28%** меди, с температурой плавления **780°C**:

В Ag 72 Cu 780

Припой, содержащий **25%** олова (**основной элемент**); **73%** свинца и **2%** сурьмы с температурой начала плавления **185°C** и конца плавления **260°C**:

В Sn 25 Pb Sb 185-260

В настоящее время переход на новое обозначение припоев не завершен как в нашей стране, так и за рубежом.

Используют **обозначение припоев по ранее разработанным стандартам** на отдельные группы припоев

ПОС 90, ПОССу 61-0,5, ПОСу 95-5, ПСр 72, ПМЦ 54

или по марке, установленной заводом-изготовителем
ВПр 1, ВПр 9.

По существующим стандартам обозначение припоя

- 1- **П** (припой)
- 2 - химический символ основного элемента припоя

Дальнейшее обозначение припоя отличается для различных групп припоев.

Для оловянно-свинцовых припоев проставляют все символы элементов, а **массовые доли** этих элементов в процентах указывают **только для олова и сурьмы**.

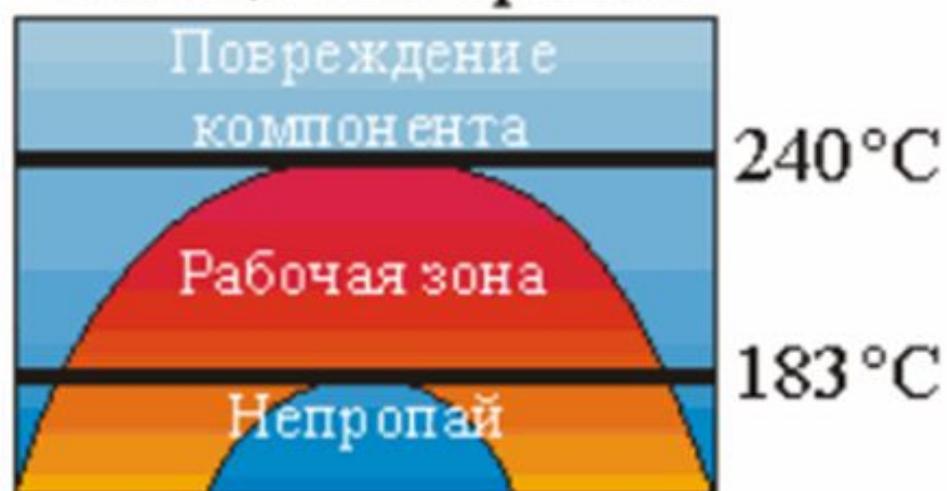
Символы элементов обозначают буквами русского алфавита (**ГОСТ 21930–76**).

Например:

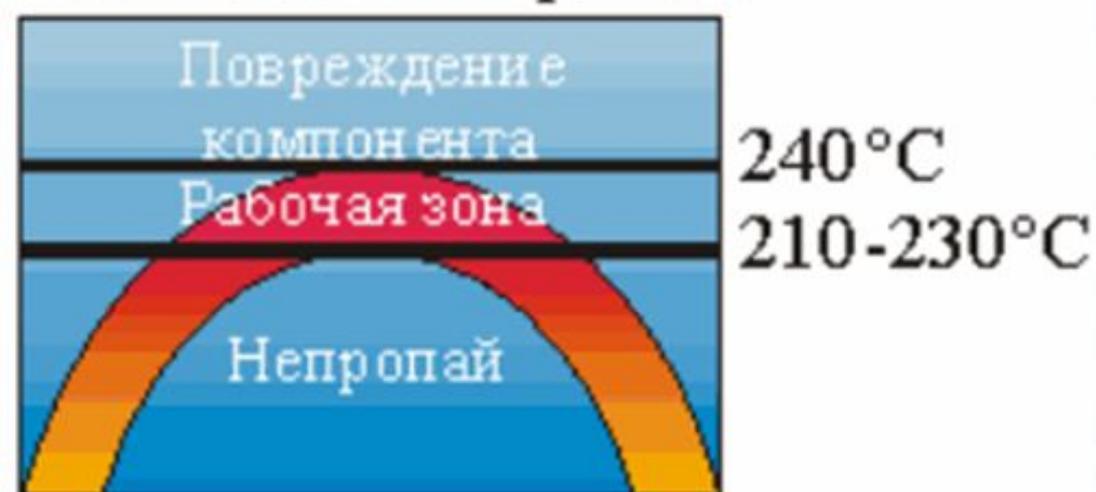
ПОС 90 — припой (П) оловянно (О)-свинцовый (С) со средним содержанием олова 90 %.

ПОССу 10–2 — припой (П) оловянно (О)-свинцовый (С) сурмянистый (Су) со средним содержанием олова 10 % и сурьмы 2 %.

Свинцовый припой

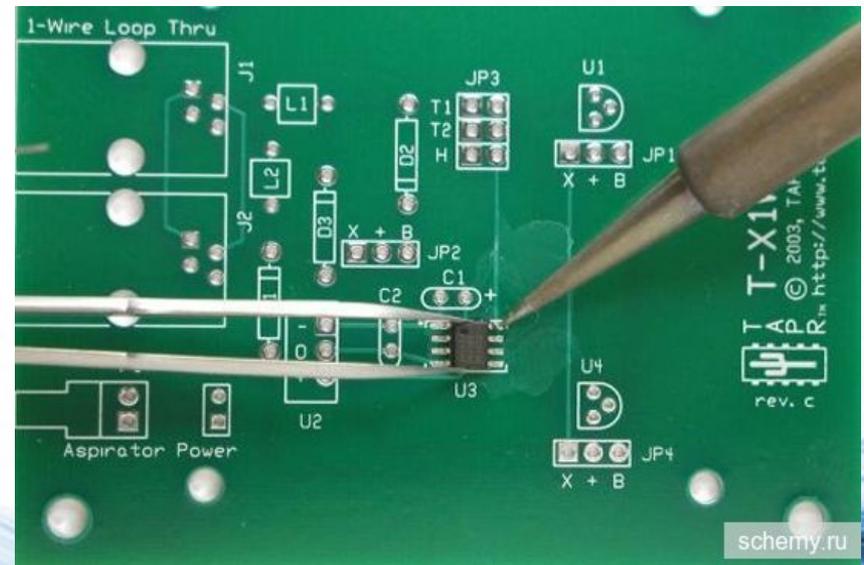


Безсвинцовый припой



Флюс — вещества (чаще смесь) органического и неорганического происхождения, предназначенные для

- удаления оксидов с поверхности под пайку
- снижения поверхностного натяжения
- улучшения растекания жидкого припоя
- защиты от действия окружающей среды



Классификация ФЛЮСЫ ПАЯЛЬНЫЕ (1) ГОСТ 19250-73

устанавливается по следующим признакам:



Классификация ФЛЮСЫ ПАЯЛЬНЫЕ (2) ГОСТ 19250-73

устанавливается по следующим признакам:



Классификация ФЛЮСЫ ПАЯЛЬНЫЕ (3) ГОСТ 19250-73

устанавливается по следующим признакам:

По природе активаторов определяющего действия низкотемпературные паяльные флюсы

канифольные

галогенидные

анилиновые

кислотные

гидразиновые

стеариновые

фторборатные

Основные сведения о флюсах, используемых при монтаже ЭС с применением оловянно-свинцовых припоев.

Марка	Состав и содержание (массовые доли), %	Температурный диапазон максимальной активности, °C	Влияние остатков и продуктов пайки на коррозионную стойкость ЭУ
ФКСп	Канифоль сосновая 50...90; спирт этиловый 10...50	160...300	Очень слабое
ФКТС	Канифоль сосновая 15...30; кислота салициловая 3...3,5; триэтаноламин 1...1,5; спирт этиловый 81...65	140...300	Слабое
ЛТИ - 120	Канифоль сосновая 20...25; спирт этиловый 68...76; диэтиламин солянокислый 3...5; триэтаноламин 1...2	160...350	Слабое
ФКАСп	Канифоль сосновая 25 – 30; анилин солянокислый 3...4; спирт этиловый 72...66	180...350	Отсутствует
ФПЭт	Смола полиэфирная 20...30; этилацетат (или метилэтиленкетон) 70...80	200...350	Очень слабое
ФТС	Триэтаноламин 1...1,5; салициловая кислота 4...4,5; спирт этиловый 94...95	200...300	Слабое

Характеристики флюсов для пайки в производстве ЭС

Некоррозионные смолосодержащие

Марка флюса	Химический состав, % (остальное — этиленовый спирт)	Актив- меди при 260 °С	Область применения
<i>Некоррозионные смолосодержащие</i>			
ФКСп	Канифоль сосновая 10—40	1,0	Пайка и лужение ЭРЭ, ИМС в изделиях специального назначения, $\Delta T_{\phi}=200—300$ °С
ФКТ	Канифоль сосновая 10—40, тетрабромид-дипентен до 0,1	1,2	
ФПЭт	Смола полиэфирная ПН-9 (ПН-56) 20—30, этилацетат 70	1,5	Монтажная пайка, консервация деталей $\Delta T_{\phi}=200—400$ °С

Коррозионные смолосодержащие активированные

Марка флюса	Химический состав, % (остальное — этиленовый спирт)	Активность на меди при 260 °С	Область применения
ФКТС	Канифоль сосновая 15—30, кислоты салициловая 3,0—3,5, триэтаноламин 1,0—1,5	1,2	Монтажная пайка при условии полного удаления остатков флюса, $\Delta T_{\phi} = 200—300$ °С
ЛТИ 120	Канифоль сосновая 20—25, диэтиламин солянокислый 3—5, триэтаноламин 1—2	2,0	Пайка и лужение элементов в изделиях широкого потребления при полном удалении остатков

Водорастворимые флюсы

Марка флюса	Химический состав, % (остальное — этиленовый спирт)	Активность на меди при 260 °С	Область применения
ФТБ	Кислота бензойная 4,0—4,5, триэтаноламин 1,0—1,5	1,1	Механизированная и ручная пайка ЭРЭ в изделиях бытовой ЭА, $\Delta T_{\phi}=225—325$ °С
ФТС	Кислота салициловая 4,0—4,5, триэтаноламин 1,0—1,5	1,2	
ФГСп	Гидразин солянокислый 2—4	1,5	Пайка и лужение деталей бытовой ЭА
ФДФс	Диэтиламин солянокислый 20—25, кислота ортофосфорная 20—25, этиленгликоль — остальное	2,5	Пайка деталей из черных и цветных металлов и сплавов при полном удалении остатков, $\Delta T_{\phi}=180—310$ °С

Высокотемпературные

Марка флюса	Химический состав, % (остальное — этиленовый спирт)	Активность на меди при 260 °С	Область применения
200	Борный ангидрид 70—62, бура 17—21, кальций фтористый 13—17	5,1	Пайка меди и ее сплавов, сталей, $\Delta T_{\phi}=650—670$ °С
34 А	Калий хлористый — 50, литий хлористый — 32, натрий фтористый — 10, цинк хлористый — 8	5,0 на АМц	Пайка алюминиевых и титановых сплавов, $\Delta T_{\phi}=415—435$ °С
Ф370А	Калий хлористый 51—46, литий хлористый 36—39, натрий фтористый 4—5, кадмий хлористый 9—10	9,2 на АМц	Пайка алюминиевых и титановых сплавов, $\Delta T_{\phi}=360—380$ °С

Зарубежные флюсы классифицируются по степени активности (классификация отличается от отечественного отраслевого стандарта ОСТ 4ГО.033.200):

Тип «R» (от слова «rosin» – канифоль) представляет собой чистую канифоль в твердом виде или растворенную в спирте, подобных растворителях.

Это наименее активная группа флюсов, поэтому ее используют для пайки по свежим поверхностям или по поверхностям, которые были защищены от окисления в процессе хранения.

Эта группа флюсов **не требует удаления их остатков** после пайки, если потом электронный модуль не покрывается влагозащитным лаком

Тип «RMA» (от слов «resin mild activated» — слегка активированная канифоль) – группа смолосодержащих флюсов, активированных различными комбинациями активаторов: салициловая кислота, диэтиламин солянокислый, триэтаноламин и др.).

Эти флюсы обладают более высокой активностью по сравнению с типом R. Предполагается, что в процессе пайки активаторы испаряются без остатка. Поэтому они считаются абсолютно безвредными.

*Флюс тоже **не требует отмывки**. (данные рекламы)*

Процесс пайки должен быть гарантированно завершен полным испарением активаторов. Такие гарантии может обеспечить только машинная пайка с автоматизацией температурно_временных процессов (температурного профиля пайки).

Тип “RA” (от слов «rosin activated» — активированная канифоль). Эта группа флюсов для промышленного производства электронных изделий массового спроса.

Данный вид флюса отличается более высокой активностью по сравнению с упомянутыми выше, также не требует смывки, поскольку его остатки не проявляют видимой коррозионной активности. (данные рекламы).

Тип «SRA» (от слов «super activated resin») — сверхактивированная канифоль).

Эти флюсы были созданы для нестандартных для электроники применений. Они могут использоваться для пайки никельсодержащих сплавов, нержавеющей стали.

Флюсы типа **SRA** очень агрессивны и требуют тщательной отмывки, поэтому их использование в электронике строго регламентировано

Тип «No-Clean» (не требует отмывки).

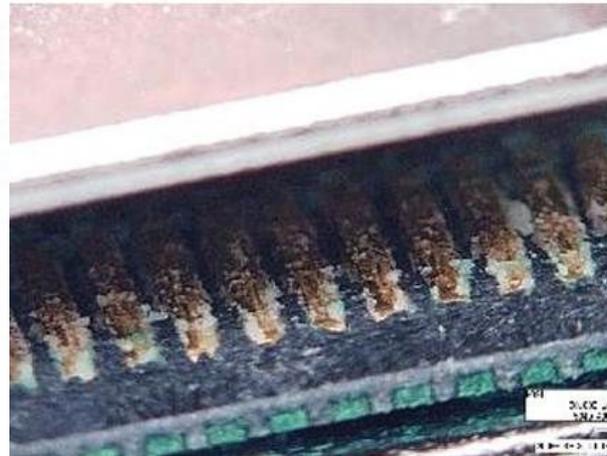
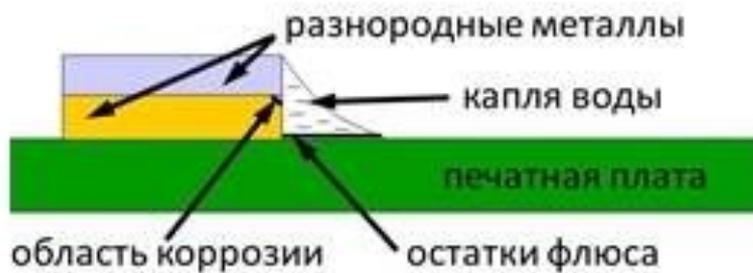
Эта группа специально создана для процессов, где нет возможности использовать последующую отмывку плат или она затруднена по каким-то причинам.

Основное отличие этой группы состоит в крайне малом количестве остатков флюса на плате по окончании процесса пайки.

К данному классу относятся флюсы с низким содержанием твердых веществ, имеющих обычно содержание твердых веществ не более 5%. Флюсы с низким содержанием твердых веществ могут иметь разную основу: канифольную (RO), синтетические смолы (RE), или органическую (OR).

Активаторы, входящие в состав флюса, содержат ионные соединения (галогены, соли и кислоты), которые могут вступать в реакцию с влагой, влияя на уменьшение поверхностного сопротивления.

Последствия коррозии могут быть очень серьезными.



Физико-технологическое основы

сварки

Сваркой называют процесс получения неразъемных соединений материалов с помощью металлической фазы либо контактированием в твердой фазе под действием давления, теплоты или их сочетаний.

Процесс образования сварного соединения состоит из четырех стадий:

- образования физического контакта между соединяемыми поверхностями
- активации контактных поверхностей
- объемного развития взаимодействия
- кристаллизации

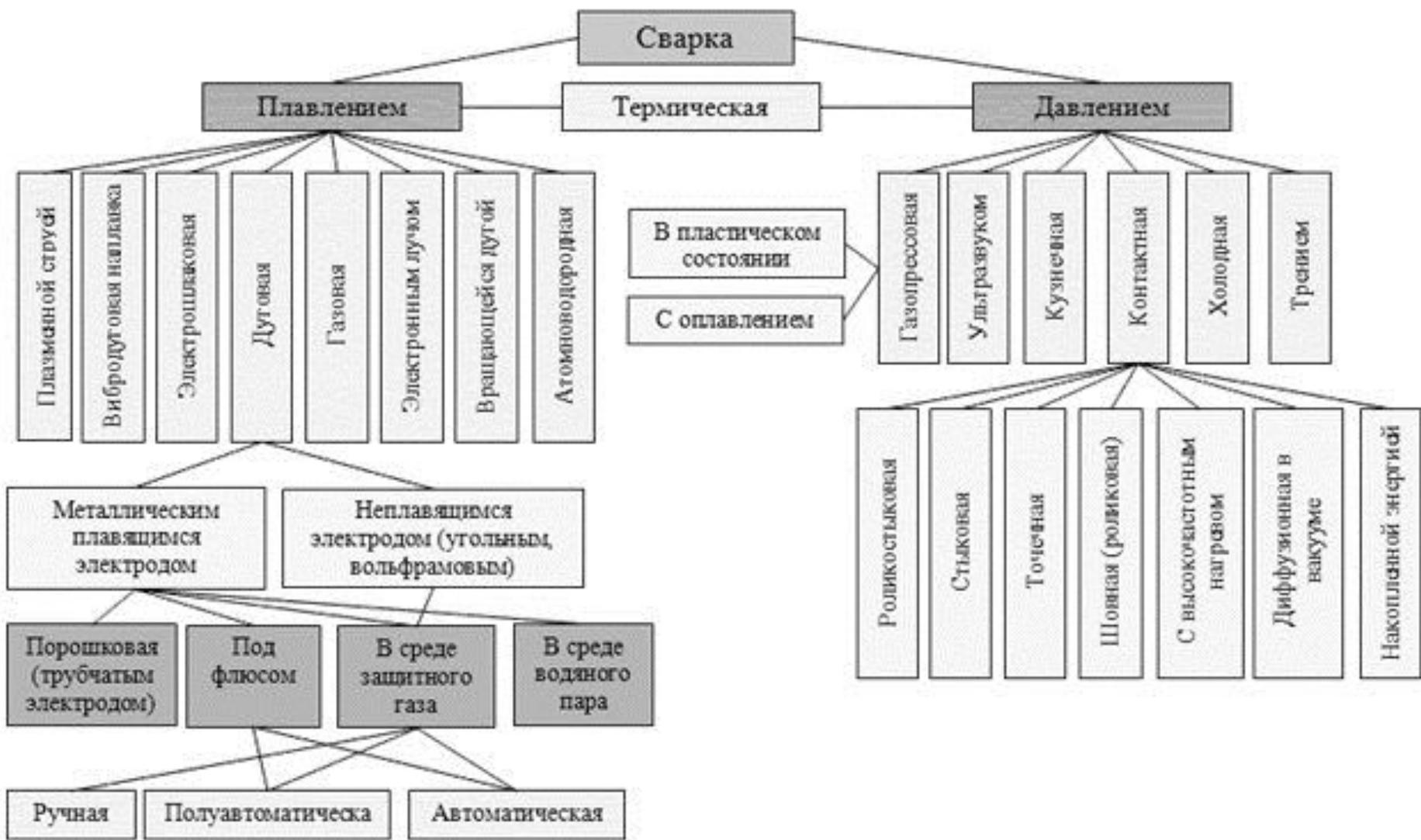
Способы сварки

Необходимым условием образования сварного соединения является активирование поверхности менее пластичного из свариваемых материалов.

Наиболее распространены следующие способы активации:

- тепловой энергией (Т-процессы)
- тепловой энергией и специальной атмосферой (Т, А - процессы)
- энергией деформации давлением (Р- процессы)
- тепловой и деформационной энергией (Р, Т- процессы)
- ультразвуковой энергией (Р, F - процессы)
- энергией деформации ползучести (Р, Т, t, А - процессы)





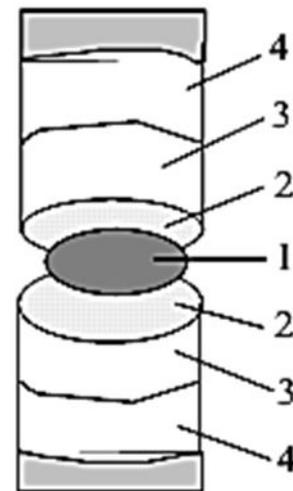
Характерная особенность сварного соединения, полученного плавлением, — **зональная структура** :

1 зона — литое ядро, которое представляет собой закристаллизовавшуюся жидкую фазу.

2 зона — граница раздела между соединяемыми фазами (0,30—1,0 мкм).

3 зона — приконтактная, (несколько десятков мкм) область диффузионного легирования.

4 зона — зона термического влияния обусловленная неравномерным нагревом деталей (10—100 мкм).



1. Структура сварного соединения:
1 — ядро; 2 — граница раздела;
3 — зона легирования;
4 — зона термического влияния

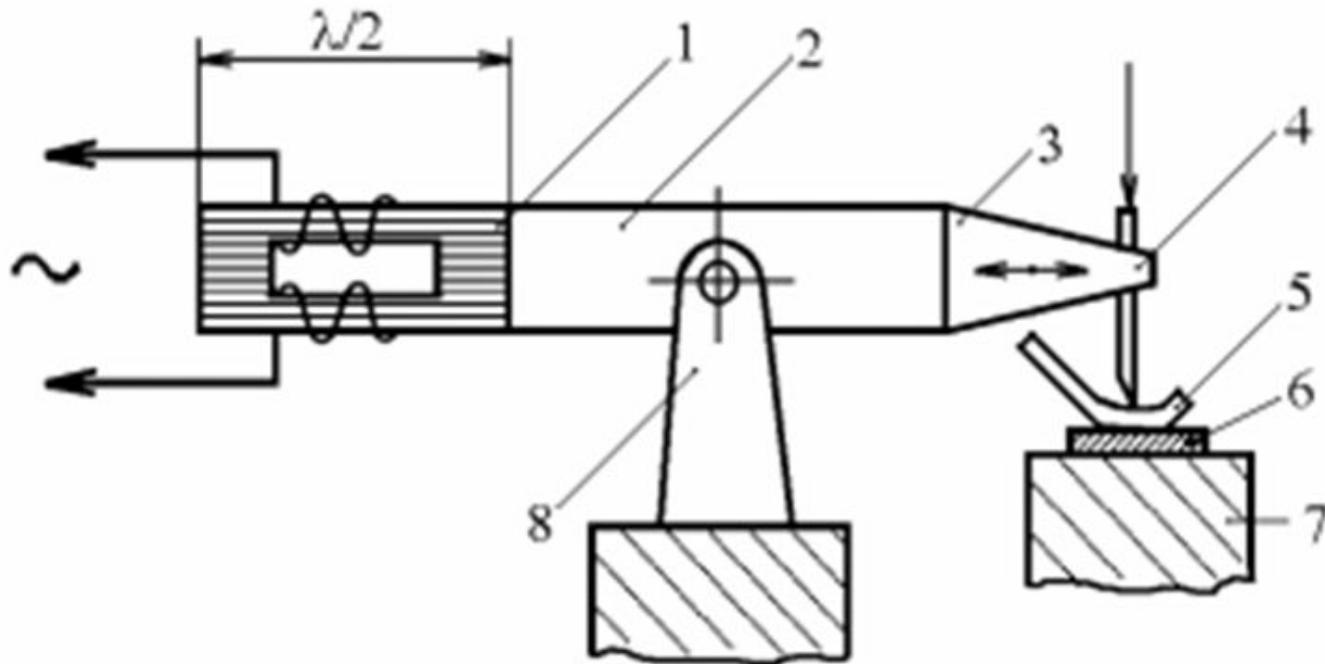
Монтажная микросварка Ультразвуковая сварка.

Процесс УЗ-микросварки основывается на введении механических колебаний УЗ-частоты в зону соединения, что приводит к:

- пластической деформации приконтактной зоны
- разрушению и удалению поверхностных пленок с созданием атомно-чистых поверхностей

Интенсифицируется процесс образования активных центров и приводит к образованию прочного сварного соединения без большой пластической деформации свариваемых деталей.

Схема ультразвуковой микросварки



Наиболее часто применяются продольные колебания частотой 66 кГц , вводимые в зону сварки с помощью волноводной системы состоящей из:

- 1- преобразователя
- 2- акустического трансформатора
- 3- концентратора

Колебания от рабочего инструмента 4 сообщаются проволочному выводу 5, совмещенному с контактной площадкой 6, расположенном на акустической опоре 7.

Волноводная система крепится в узле колебаний держателем 8.

Сварка расщепленным (сдвоенным) электродом

Сварка выполняется электродом, изготовленным из вольфрама или молибдена в виде двух токопроводящих частей, разделенных зазором $h = 0,02—0,25$ мм, либо с помощью диэлектрической прокладки

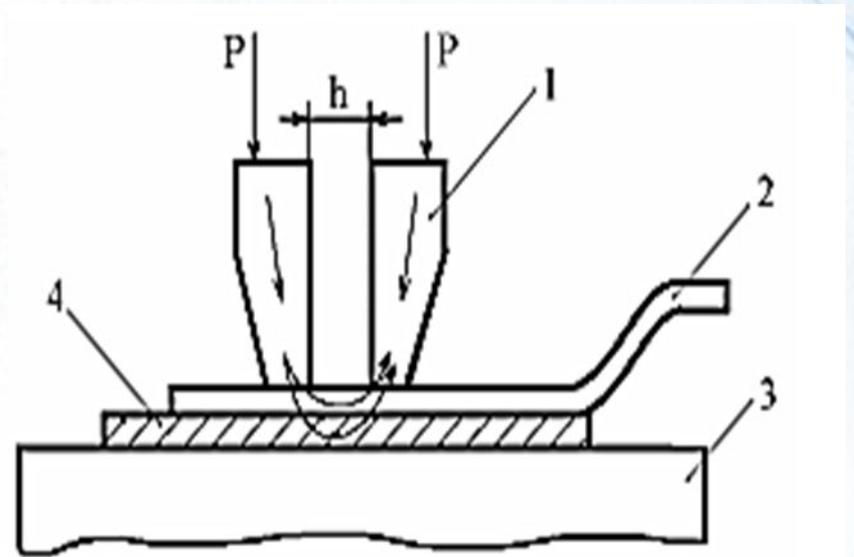
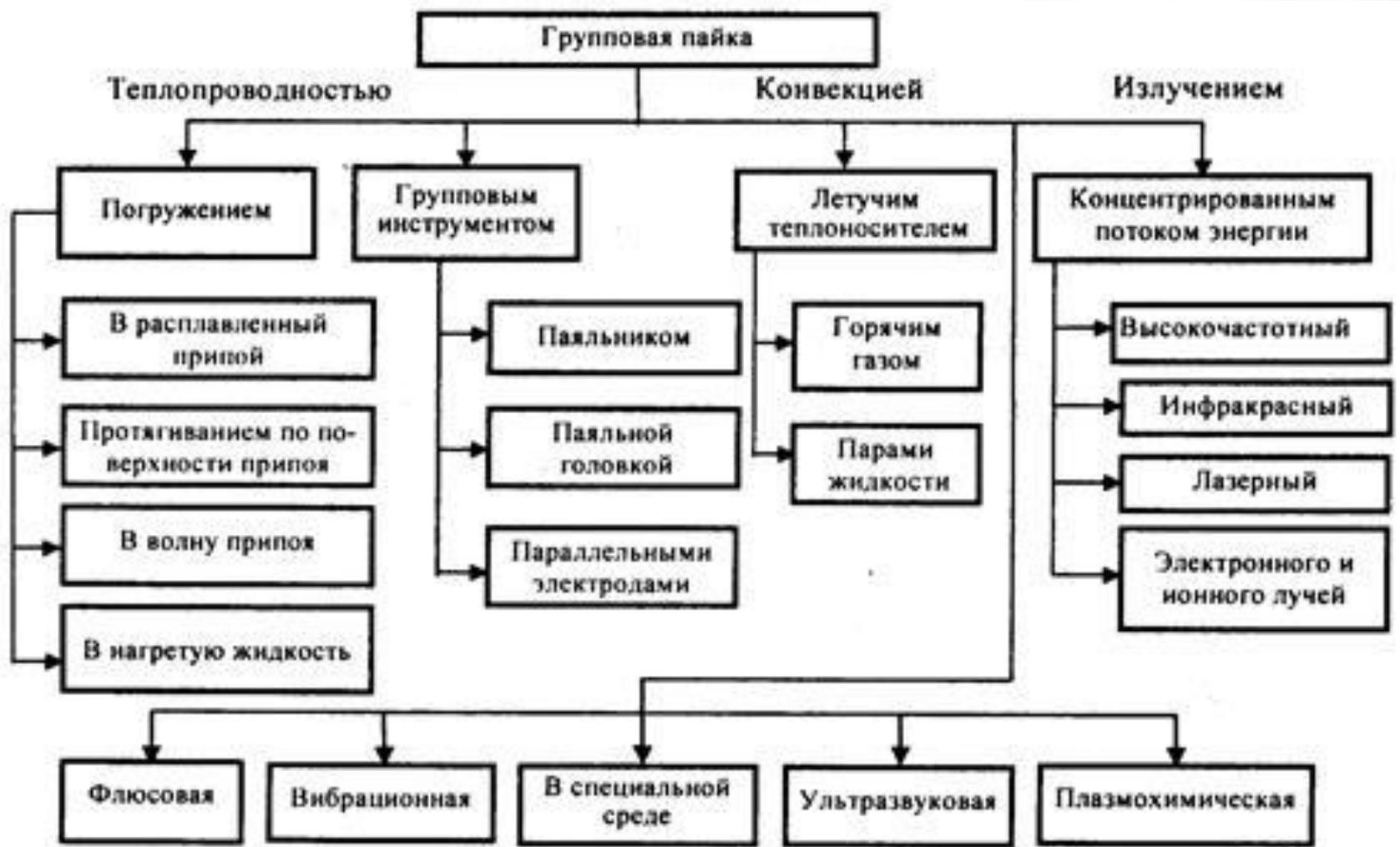


Схема сварки расщепленным электродом:
1 – электроды; 2 – вывод ИМС; 3 – плата;
4 – контактная площадка

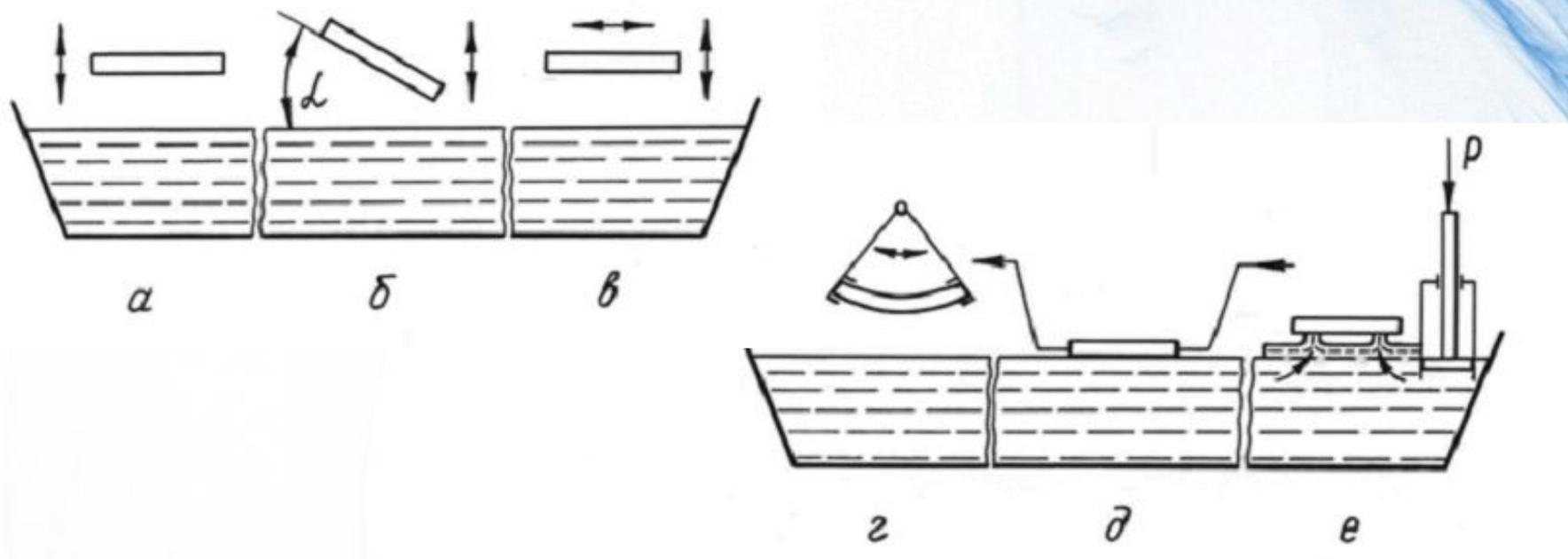


Групповые методы пайки

Классификация методов групповой пайки

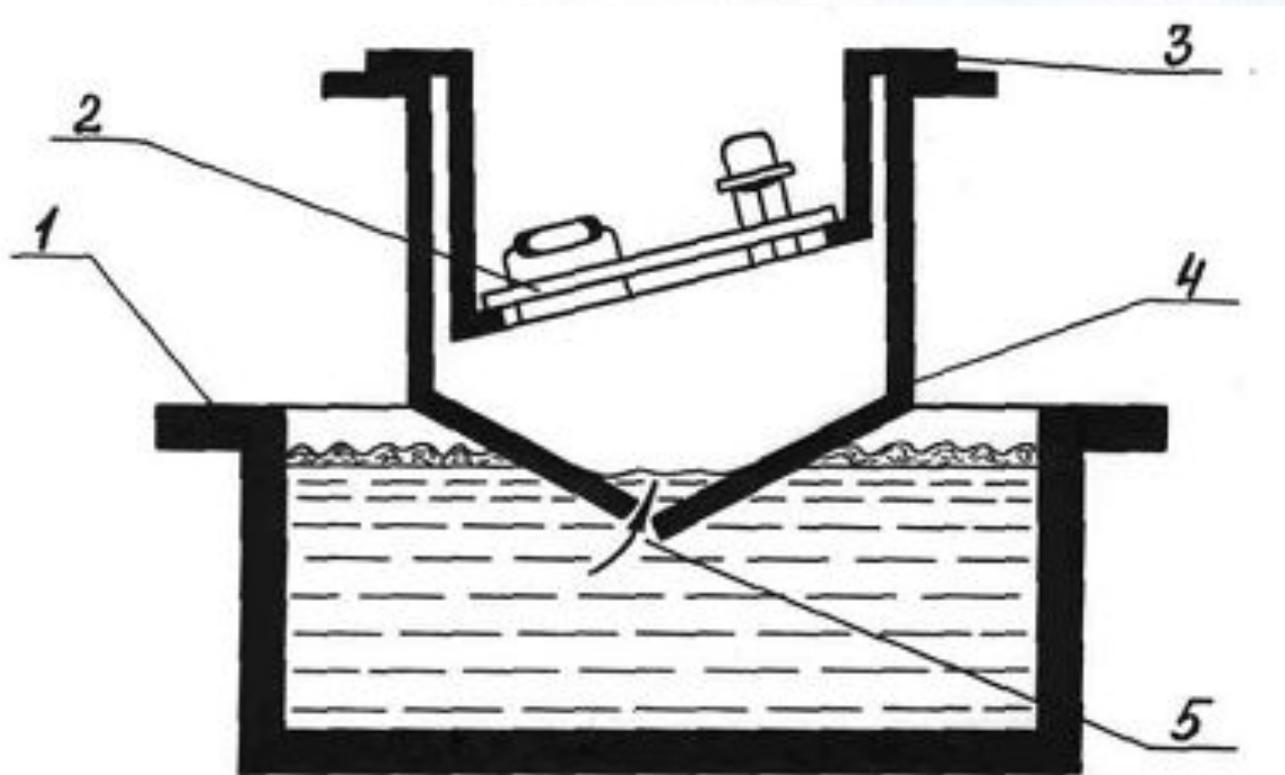


Пайка погружением блоков ЭС



- вертикальным перемещением платы (**а**)
- наклонным перемещением платы (**б**)
- колебательным движением платы (**в**)
- маятниковым движением платы (**г**)
- пайка протягиванием платы по поверхности припоя (**д**)
- избирательная пайка платы (**е**)

Способ пайки в лотке



1- Неподвижная ванна

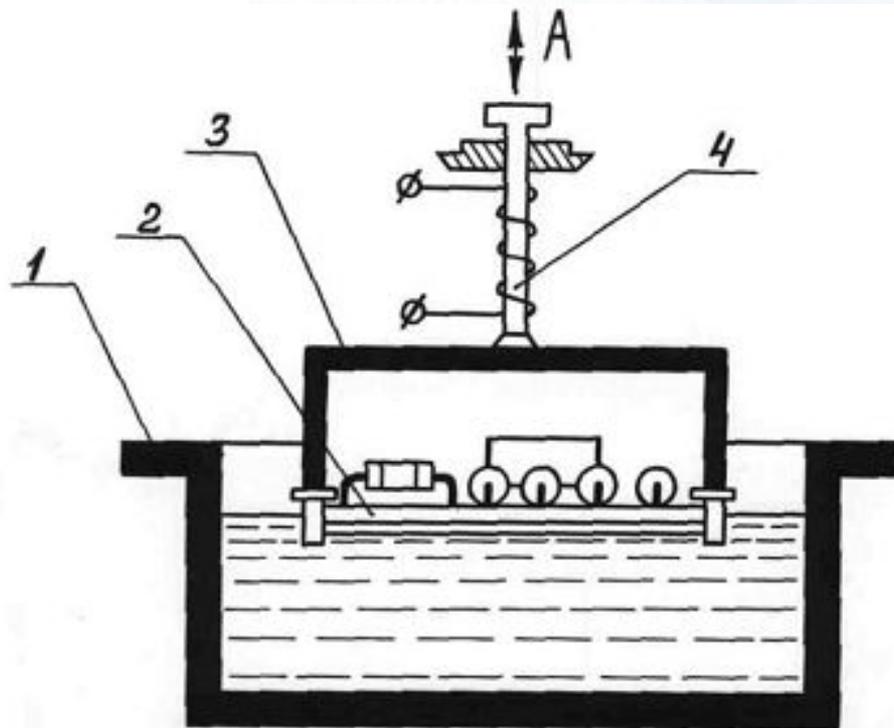
3 - Держатель

2- Плата с установленными
компонентами

4 - Лоток

5 – Приемное отверстие

Вибрационная пайка



1 - Неподвижная ванна

2 - Плата с установленными
компонентами

3 - Держатель

4 - Электромагнитный вибратор

Волновые способы пайки

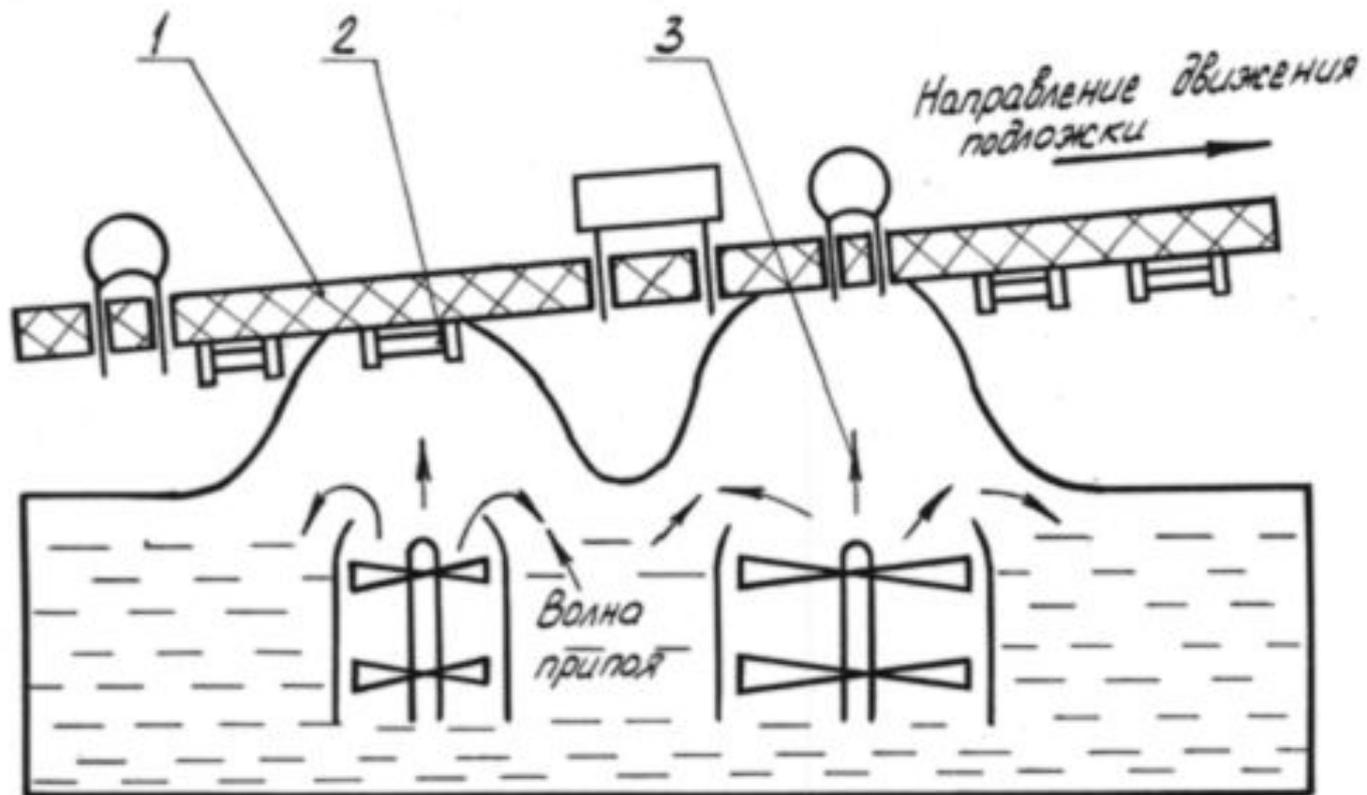
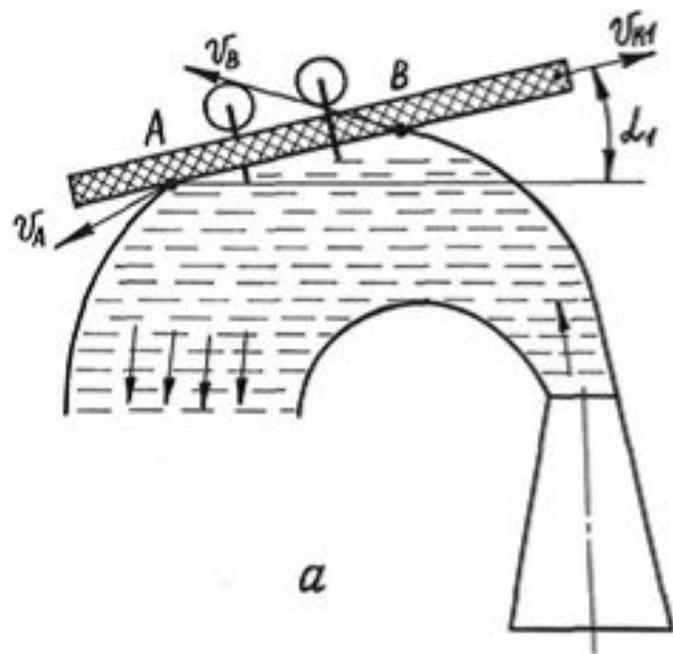
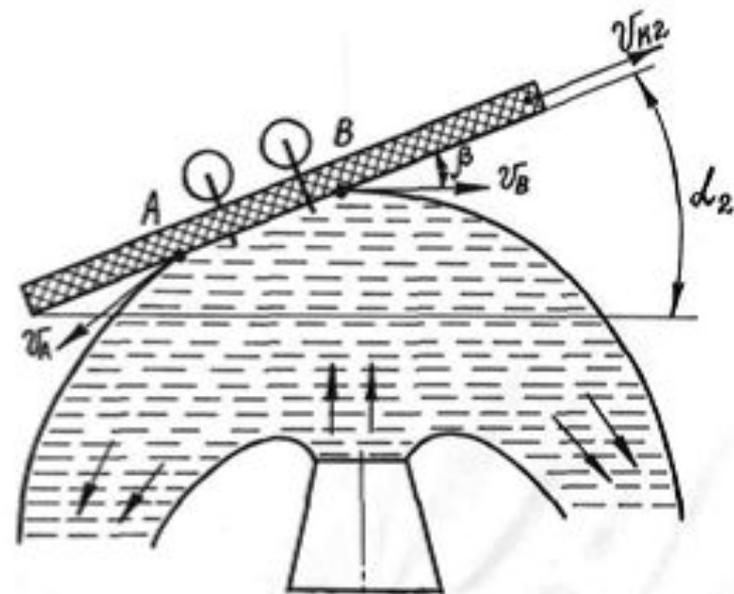


Схема пайки двойной волной припоя



a



Схемы взаимодействия волны припоя с платой:
односторонней (а) и двусторонней (б)

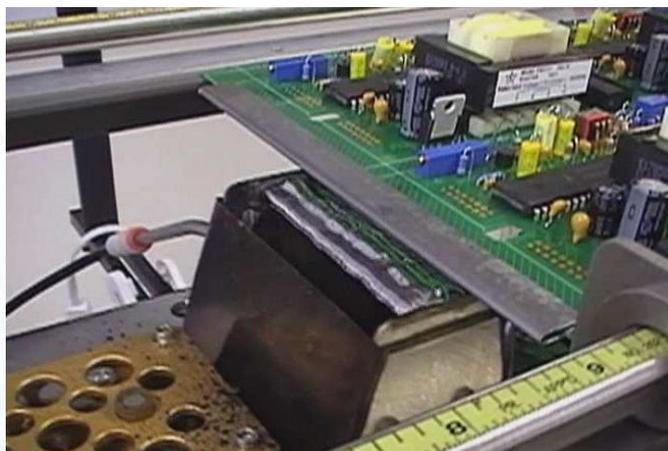
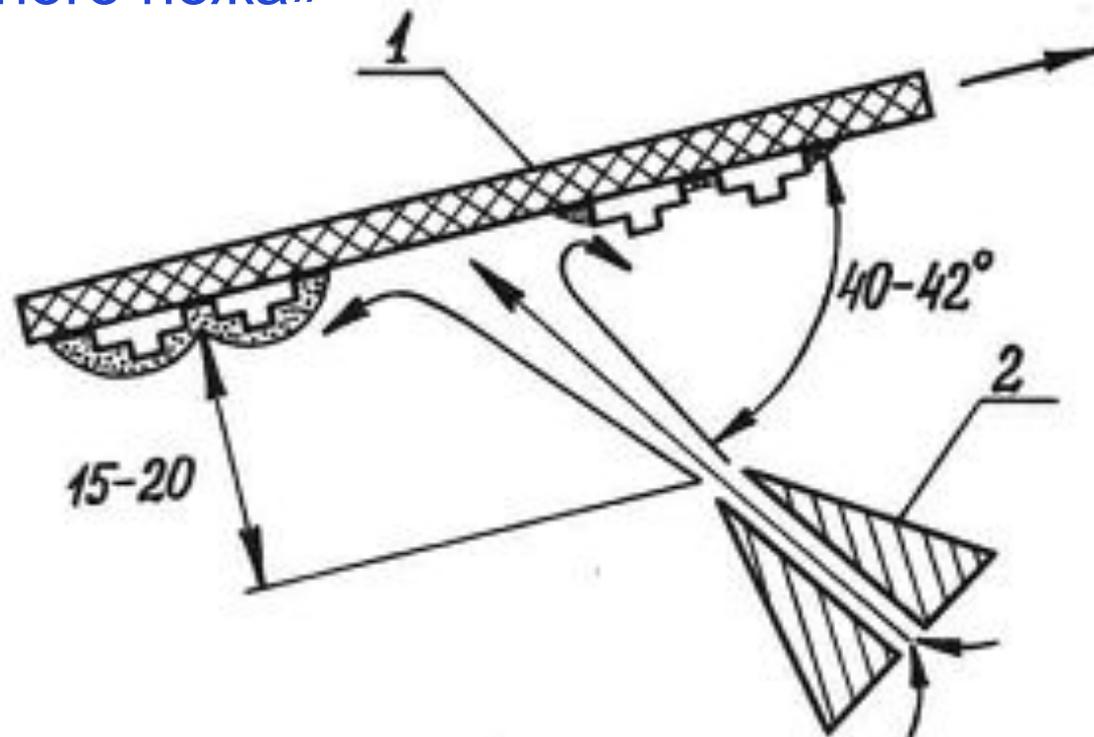


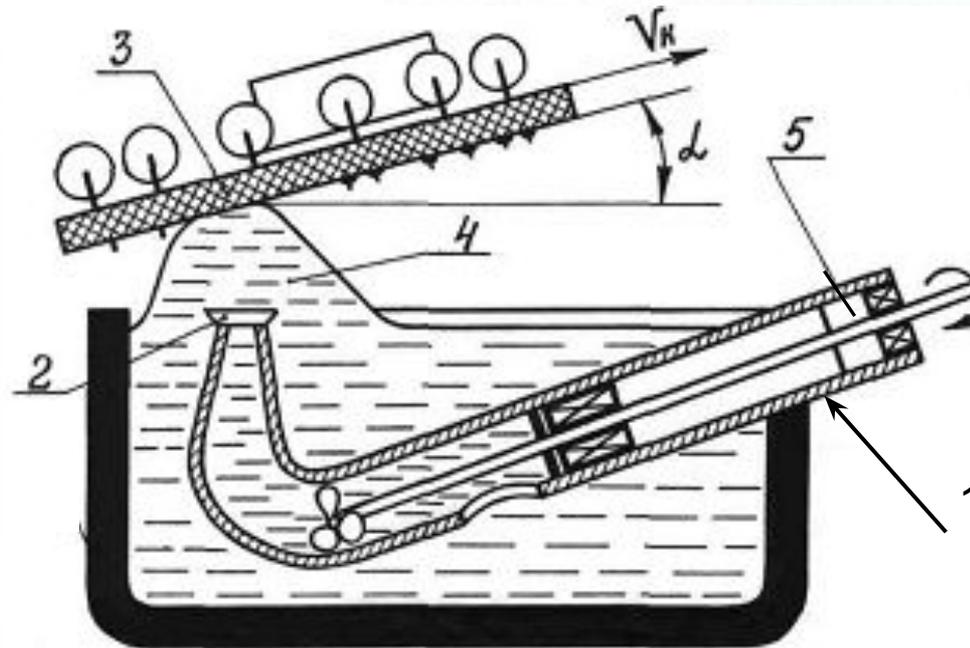
Схема «воздушного ножа»



Концепция «воздушного ножа» предложена фирмой HOLLIS (США)

Поток горячего воздуха, направленный на плату 1 удаляет с нее излишки припоя, перемычки и сосульки. Конструктивно сопло 2 изготавливается из нержавеющей стали и имеет достаточную массу для удаления тепла. Встроенные нагреватели внутри сопла обеспечивают нагрев воздуха до температуры 375-390°C при давлении 0,3 МПа. Горячий воздух направляет на паяемую сторону платы через 6-8 с после ее выхода из волны под углом 40-42° и расстоянии до 20 мм от поверхности платы. Поскольку нагрев воздуха сопровождается значительными затратами электроэнергии, то установки оборудуют автоматической системой, включающей подачу воздуха при выходе платы из волны.

Для образования волны припоя в установках пайки используют **механические нагнетатели**, давление воздуха или газа, ультразвуковые колебания и электромагнитные нагнетатели



1- Замкнутая полость

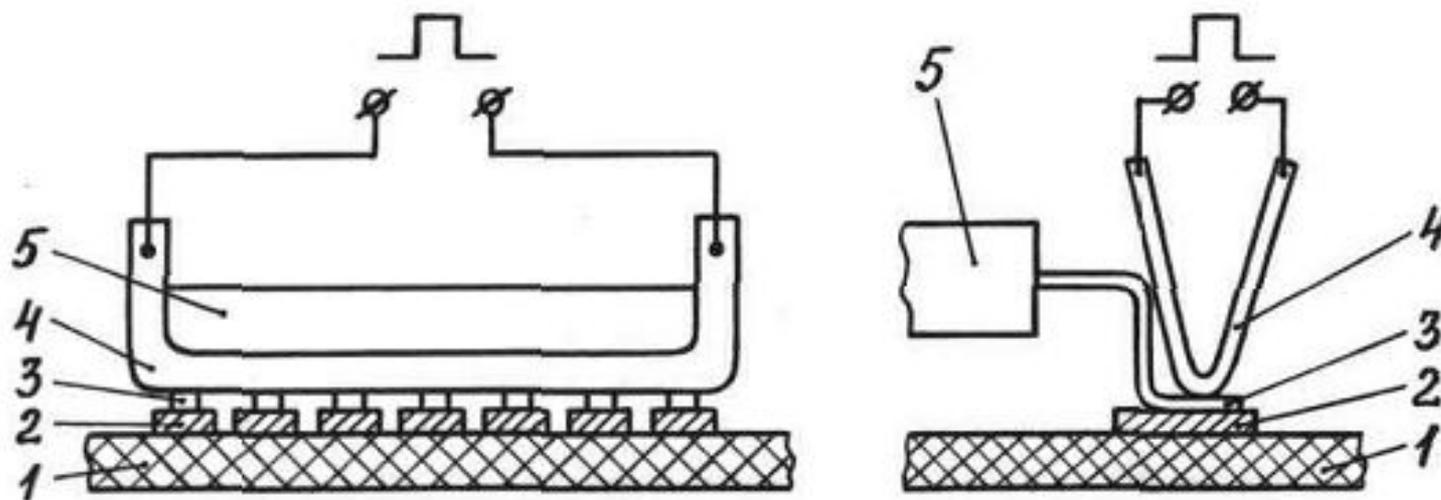
2- Сопло

3 - Плата

4 – Гребень волны

5 – Вал с крыльчаткой

ПАЙКА БЛОКОВ ГРУППОВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ



Групповая пайка выводов ИМС паяльником прямого нагрева с подачей тока поперек выводов (а) и вдоль (б): 1 - подложка ПП, 2 - контактная площадка, 3 - вывод ИМС, 4 - паяльник, 5 - корпус ИМС

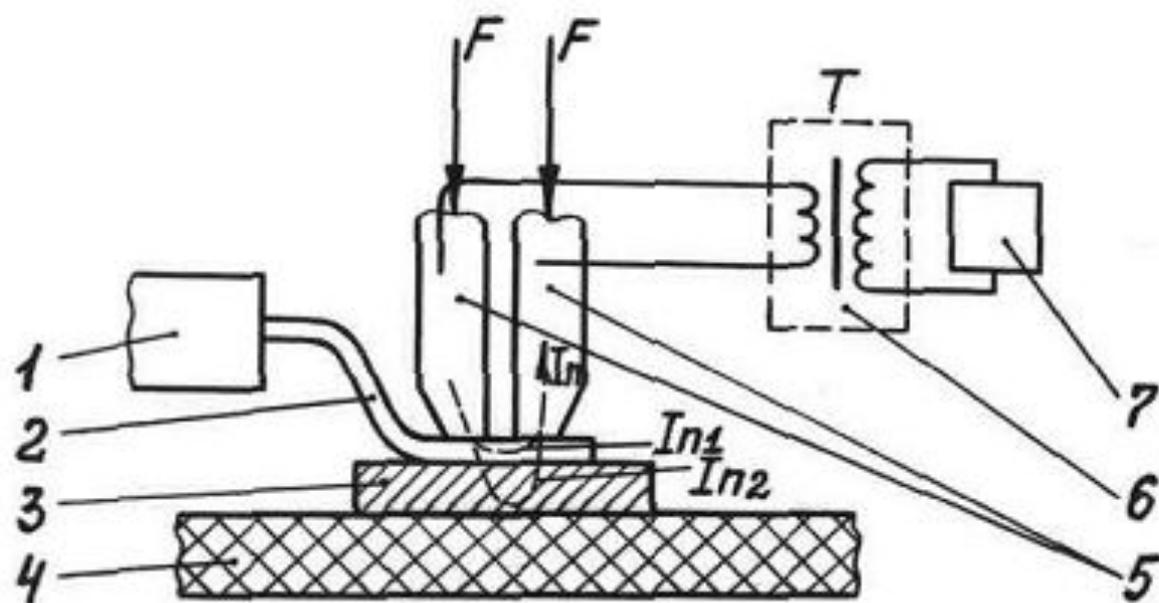


Схема пайки параллельными электродами

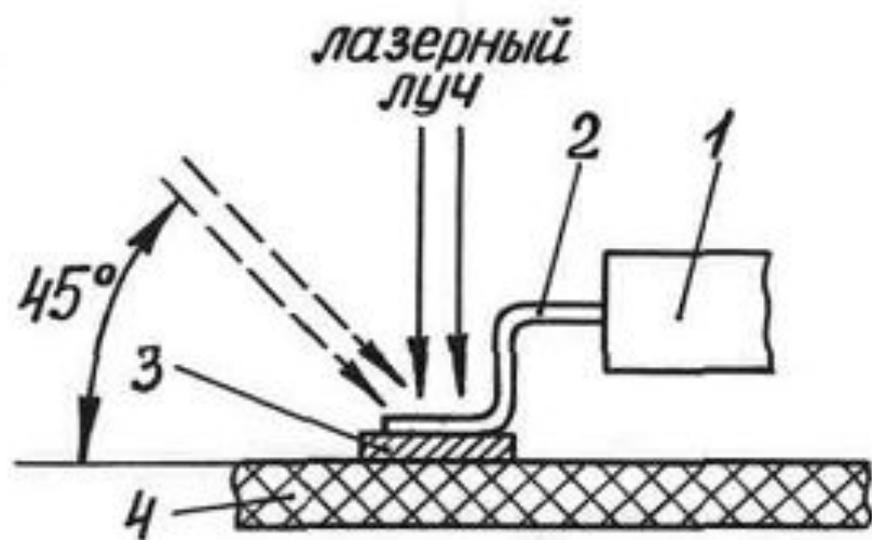


Схема лазерной пайки

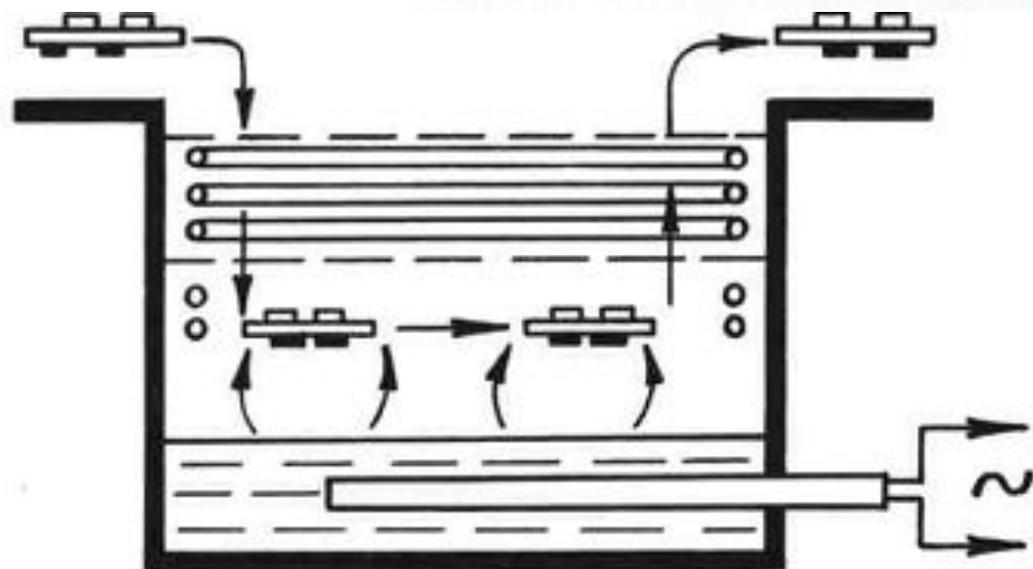


Схема установки пайки в паровой фазе камерного типа

ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ПОТОКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ГРУППОВОЙ ПАЙКИ

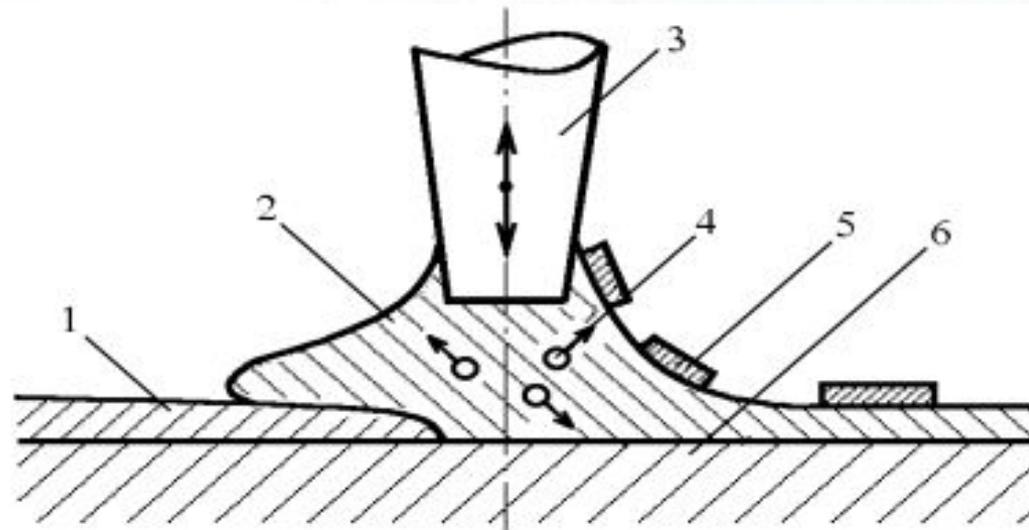
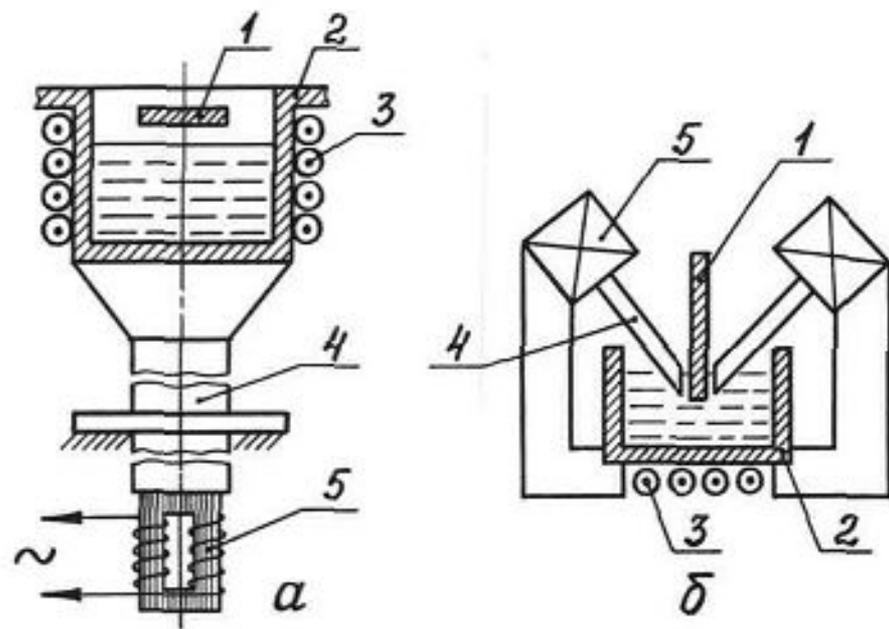


Схема УЗ пайки паяльником: 1 – окисел на поверхности, 2 – припой, 3 – жало паяльника, 4 – кавитационные полости, 5 – шлаки, 6 – основной металл



УЗ ванны: 1—изделие, 2— ванна, 3— нагреватель, 4— волновод, 5— преобразователь

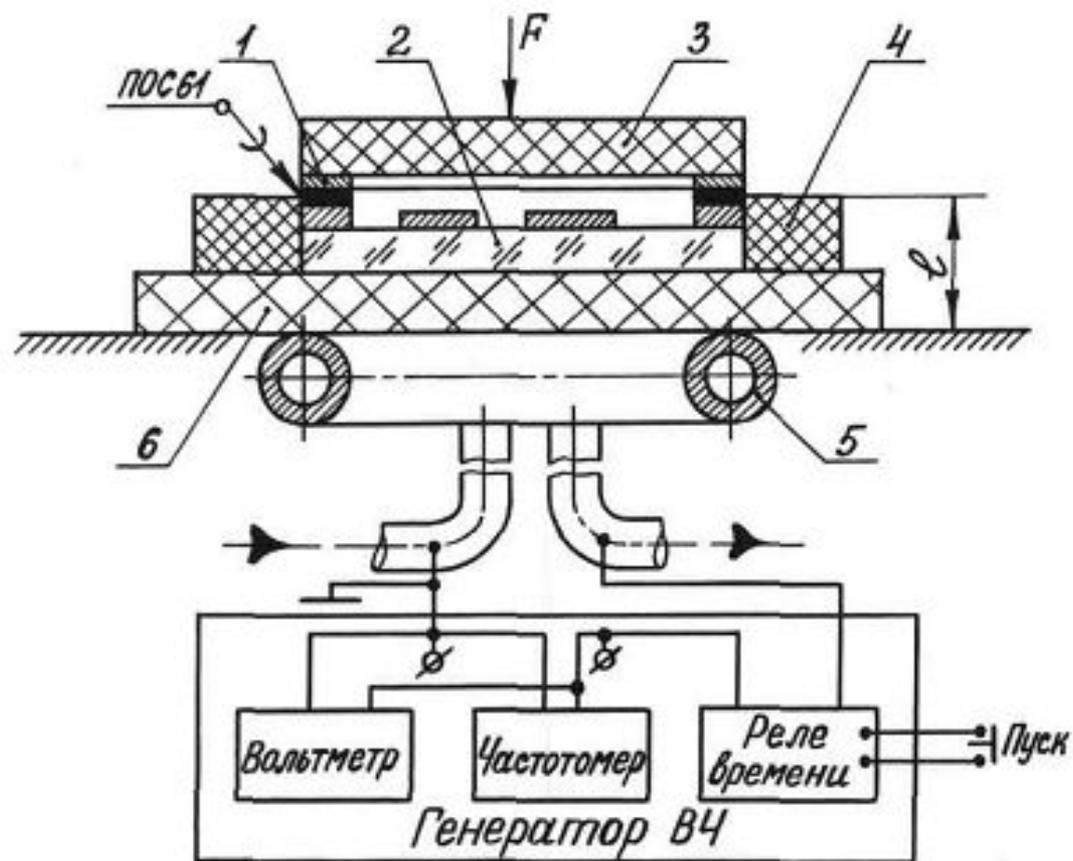


Схема пайки микросборок ВЧ нагревом