

# Технология слесарных и слесарно-сборочных работ

Преподаватель:  
Зольников А.Е.

# Определение «пайка»

Пайкой называется технологический процесс образования неразъемного соединения металлических деталей путем нагрева (ниже температуры их автономного расплавления) и заполнения зазора между ними расплавленным припоем, образующим после кристаллизации (застывания) прочный механический спай (шов).



# Пайку широко применяют в различных отраслях промышленности.

К преимуществам пайки относятся:  
незначительный нагрев соединяющихся частей, что сохраняет структуру и механические свойства металла; сохранения размеров и форм детали; прочность соединения.

Современные способы позволяют паять углеродистые, легированные и нержавеющей стали, цветные металлы и их сплавы.

# Классификация

- По способу нагрева соединяемых деталей и припоя
- В зависимости от характера окружающей среды
- По способу введения припоя
- В зависимости от температуры в зоне соединяемых материалов

# В зависимости от характера окружающей среды

Пайка:

- в вакууме
- нейтральных  
газах
- восстановительн  
ой среде



# В зависимости от температуры в зоне соединяемых материалов

- Низкотемпературная пайка
- Высокотемпературная пайка

Зазор между деталями устанавливают в зависимости от соединения:

- для низкотемпературных припоев он составляет 0,05... 0,08 мм,
- для высокотемпературных — 0,03...0,05 мм.

# По способу нагрева соединяемых деталей и припоя

Различают пайку:

- паяльником,
- токами высокой частоты,
- в печах,
- горелкой,
- в жидких средах,
- ультразвуком.

# По способу введения припоя

Выделяют следующие виды пайки:

- заливкой, с предварительной укладкой припоя к месту соединения(шва);
- с предварительным избыточным обслуживанием поверхностей соединяемых деталей;
- с введением припоя паяльниками;
- с применением палочных или трубчатых припоев.

# ДОСТОИНСТВА ПАЙКИ

Важнейшее достоинство пайки — формирование паяного шва при температуре ниже температуры автономного плавления соединяемых металлов. Это обстоятельство дает возможность вести процесс в условиях общего нагрева и позволяет:

- осуществлять групповую пайку и широкую ее механизацию и автоматизацию, что обеспечивает высокую производительность процесса в крупносерийном и массовом производстве;

# ДОСТОИНСТВА ПАЙКИ

- получать соединения в скрытых и малодоступных местах изделий, изготавливать тонкостенные изделия с большой плотностью паяных соединений и их объемным расположением за один нагрев, повышать коэффициент использования материала и снижать металлоемкость изделий;
- соединять детали не только последовательно по контуру шва, как при сварке плавлением, но и одновременно, в том числе по поверхности, что обуславливает возможность варьирования прочности паяных соединений и конструкции изделий;

# ДОСТОИНСТВА ПАЙКИ

- ограничиваться при пайке давлениями на порядок меньшими, чем при сварке давлением;
- соединять разнородные металлические и неметаллические материалы и с большей разностенностью деталей, чем при сварке плавлением;
- выбирать температуру процесса в зависимости от необходимости сохранения механических свойств материалов изделия после пайки, возможности совмещения нагрева под пайку с термообработкой и выполнения ступенчатой пайки;

# ДОСТОИНСТВА ПАЙКИ

- обеспечивать плавность галтельных участков шва, а следовательно, высокую прочность и надежность их в условиях вибрационных и знакопеременных нагрузений;
- разъединять детали и сборочные единицы путем распайки при температуре ниже температуры автономного плавления паяемого материала и ремонтировать изделия в полевых условиях.

# НЕДОСТАТКИ ПАЯННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

- Особо важное значение имеют вопросы обеспечения равнопрочности паяных соединений. Как известно, препятствиями для достижения равнопрочности паяных соединений в ряде случаев являются более низкая прочность и пластичность большинства припоев по сравнению с паяемым металлом, литая структура в шве, высокое химическое сродство компонентов припоев с основой или компонентами паяемого материала, приводящее к росту прослоек химических соединений, развитие в паяном соединении диффузионной пористости, слабая активность газовых сред и флюсов при температуре пайки, нетехнологичность конструкции паяемых соединений и изделий, развитие остаточных паяльных напряжений в элементах и паяных

# НЕДОСТАТКИ ПАЯННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

- Однако потенциальные возможности повышения прочности паяных швов достаточно велики в связи с малым объемом литого металла в паяном соединении, развитием новых способов пайки и в первую очередь диффузионной пайки, достижениями в области интерметаллидного упрочнения сплавов в литом состоянии.

# Методы пайки

## Пайка легкоплавкими (мягкими) припоями

- На зачищенную деталь наносят флюс, а затем нагретым и залуженным паяльником — припой.
- После пайки остатки флюса удаляют.

## Пайка твердыми припоями

- Спаиваемые детали зачищают, плотно сжимают. Место соединения нагревают, на него наносят флюс, а затем припой.
- После нанесения припоя по всему шву без пропусков спаянные детали охлаждают до температуры 100—120° и опускают в воду.

# Припой

- Припой - чистый металл или сплав, применяемый для соединения металлических деталей при паянии.
- Припой должен обладать более низкой температурой плавления по сравнению с паяемым металлом.



*Припой для пайки*



*Инструменты для пайки*

# **Припой – это качество, прочность и эксплуатационная надёжность паяльного соединения.**

Припои должны обладать следующими свойствами:

1. иметь температуру плавления ниже температуры плавления спаиваемых материалов;
2. обеспечивать достаточно высокую сцепляемость, прочность, пластичность и герметичность паяного соединения;
3. иметь коэффициент термического расширения, близкий к соответствующему коэффициенту паяемого материала

Припой должен обладать следующими качествами: хорошо растворять основной металл, смачивать его, иметь хорошую жидко-текучесть и достаточную механическую прочность.

В качестве припоев используют цветные металлы и их сплавы, которые в зависимости от температуры плавления подразделяются на:

- низкотемпературные (мягкие) с температурой плавления до 350 °С
- высокотемпературные (твердые) с температурой плавления 350... 1850 °С.

# Легкоплавкие припои

Легкоплавкие припои служат для пайки стали, меди, цинка, свинца, олова и их сплавов. Для получения специальных свойств к оловянно-свинцовым припоям добавляют сурьму, висмут, кадмий, индий, ртуть и другие металлы.

Температура плавления легкоплавких припоев от 183 до 305 °С.

# Тугоплавкие припои

представляют собой тугоплавкие металлы и сплавы, из них широко применяют медно-цинковые и серебряные.

Добавка в небольших количествах бора повышает твёрдость и прочность припоя, но повышает хрупкость паяных швов.

Температура плавления тугоплавких припоев составляет от 600 до 1450 °С..

# Флюс

Пайка может выполняться либо в защитной атмосфере, либо с использованием флюсов, предохраняющих поверхности соединяемых деталей от возможного окисления при повышенной температуре.

# Флюс

Флюс — вещества органического и неорганического происхождения, предназначенные для удаления окислов с поверхности под пайку, снижения поверхностного натяжения, улучшения растекания жидкого припоя и/или защиты от действия окружающей среды.



# Флюсы

применяют для удаления оксида химических веществ. Флюсы улучшают условия смачивания поверхности, растворяя имеющиеся на поверхности паяемого металла и припоя оксидные плёнки.

Различают флюсы для мягких и твёрдых припоев, а также для пайки алюминиевых сплавов, нержавеющей стали и чугуна.

# Общие требования к флюсам:

)должны иметь высокую  
жидкотекучесть;

)должны иметь стабильность  
химического состава;

)должны иметь высокую  
активность в широком интервале  
температур;

)улучшать условия смачивания  
поверхности паяемого металла  
расплавленным припоем;





# ТИПЫ ФЛЮСОВ

- 1) Твердые порошкообразные флюсы - смеси различных солей, применяются чаще всего при паянии тугоплавкими припоями (бура, борная кислота и их смеси).
- 2) Жидкие флюсы - водные растворы хлористых солей (хлористый цинк и хлористый аммония, спирт, глицерин и т. д.)
- 3) Газообразный флюс - хлоро-водородный газ, однако широкого распространения этот флюс не имеет.
- 4) Борорганические вещества . При сгорании этих веществ образуются окислы бора, которые и выполняют роль флюса.

Пайка мягкими и твёрдыми припоями

Пайка мягкими припоями делится на ***кислотную и бескислотную.***

При кислотная пайке в качестве флюса употребляют хлористый цинк или техническую соляную кислоту. После кислотной пайки не исключена возможность появления коррозии.

При бескислотной пайке - употребляют флюсы, не содержащие кислот: канифоль, стеарин, паяльную пасту и др.

Безкислотной пайкой получают чистый

# Виды паяных швов.

В зависимости от предъявляемых к спаиваемым изделиям требований паяные швы разделяют на три группы:

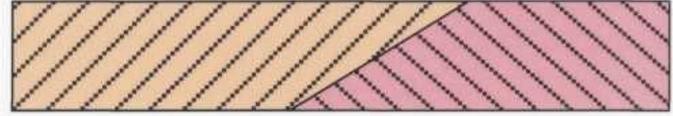
- **прочные**, обладающие определённой механической прочностью, но не обязательно герметичностью;
- **плотные** – сплошные герметичные швы, не допускающие проникновения какого-либо вещества;
- **плотнопрочные**, обладающие и прочностью, и герметичностью.

Соединяемые детали должны хорошо подгоняться одна к другой.

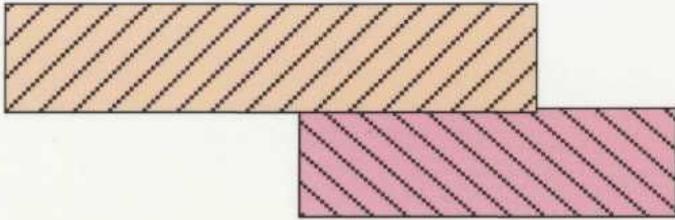
а)



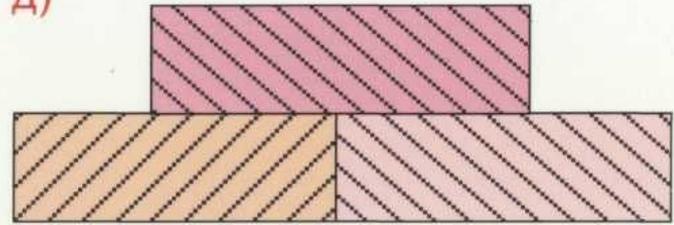
г)



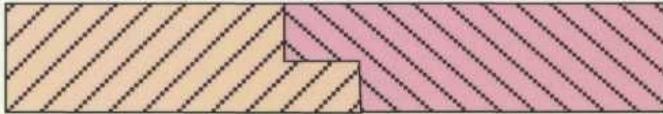
б)



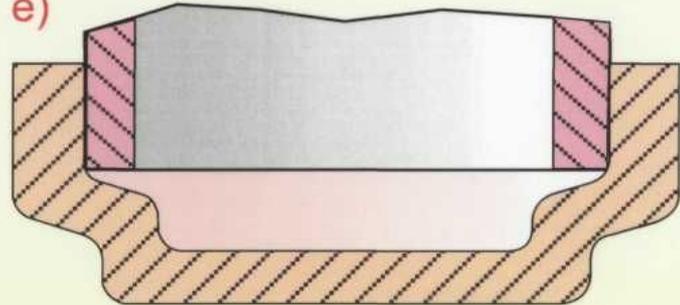
д)



в)



е)



а - шов стыковой, б - нахлесточный, в - ступенчатый, г - с косым срезом,  
д - стыковой с накладкой, е - герметичный

# Подготовка деталей

При подготовке поверхностей деталей, подлежащих пайке, производится удаление механическим или химическим способом загрязнений, ржавчины, оксидных и жировых пленок.

В простейшем случае поверхности деталей промываются бензином или спиртом.

# Подготовка деталей

Перед пайкой подготовленные поверхности деталей покрывают флюсом, который выбирается в зависимости от применяемого припоя и соединяемых металлов, а также от способа пайки.

Температура плавления флюса должна быть ниже температуры плавления припоя для обеспечения его жидкого состояния и равномерного растекания по основному металлу.

# Подготовка деталей

Высокая механическая прочность паяного соединения может быть обеспечена только при тщательном соблюдении технологии пайки. Недостаточно тщательная очистка деталей перед пайкой, неправильная конструкция паяного шва, несоблюдение температурного режима пайки неизбежно приводят к появлению различного рода дефектов в паяном шве и ослаблению паяного соединения.

# Основные дефекты при пайке

- наличие трещин в паяном шве в результате быстрого охлаждения деталей после пайки или значительной разницы в коэффициентах теплового расширения припоя и металла;
- наличие пор в шве за счет высокой температуры пайки или интенсивного испарения флюса;
- несмачивание припоем поверхности деталей из-за большой их загрязненности.

# Инструменты для пайки

**Паяльник** – это ручной инструмент различной формы и массы. Часть паяльника, которой непосредственно паяют, выполняется из меди.

Нагрев медной части паяльника можно производить с помощью электричества (электрический паяльник), над газовым пламенем (газовый паяльник) или в горне.

Для нагрева паяльников и некоторого прогрева соединяемых металлов могут применяться паяльные бензиновые лампы.

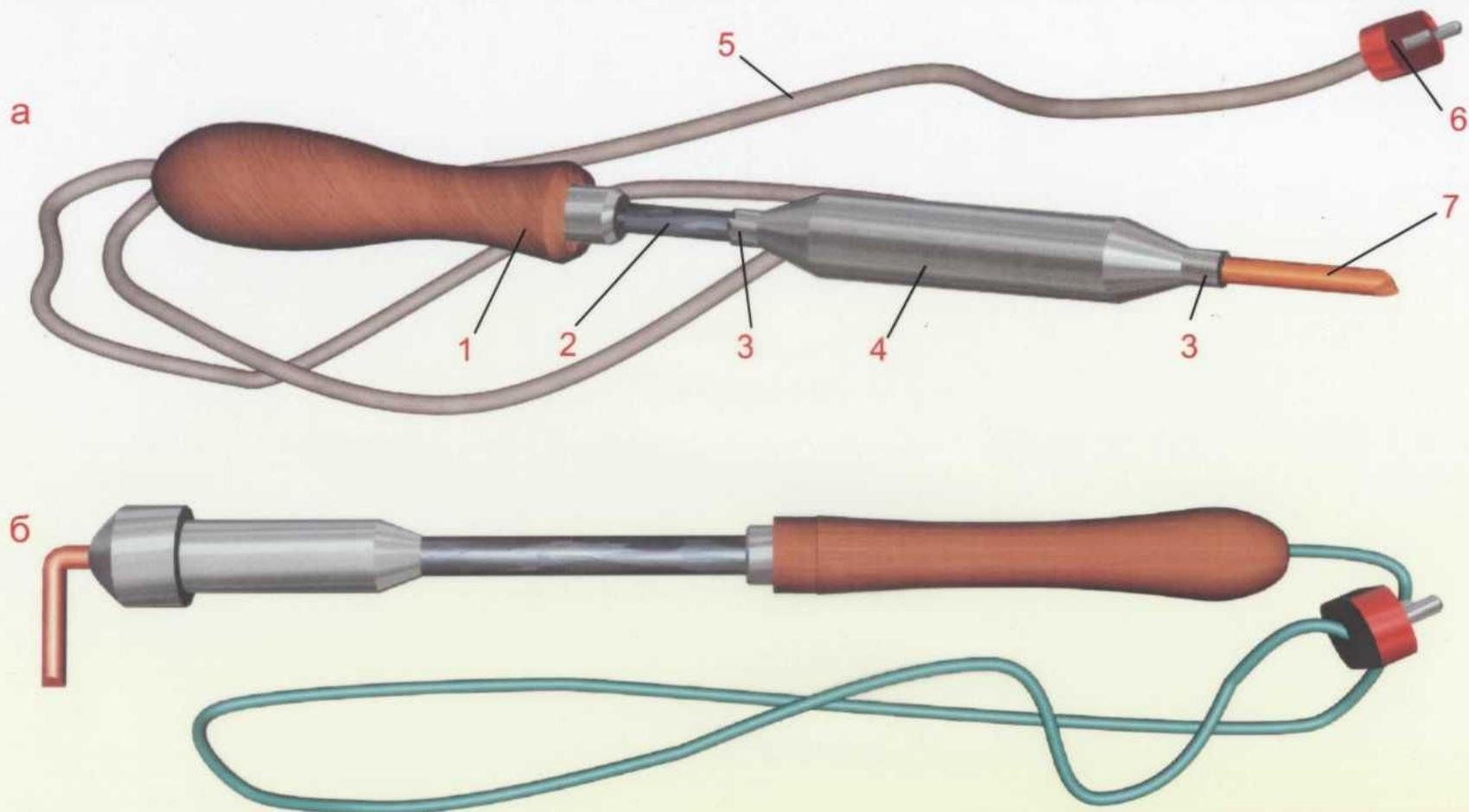
# Инструменты для пайки

- **Электрические паяльники** применяют широко, так как они просты по устройству и удобны в обращении. При их работе не образуются вредные газы, и нагреваются быстро – в течение 2...8 мин., что повышает качество пайки. Электрические паяльники бывают (а)- прямыми и (б)- угловыми.
- **Паяльники периодического подогрева** подразделяются на угловые, или молотковые, и прямые, или торцовые. Первые применяют наиболее широко. Паяльник представляет собой определённой формы кусок меди, закреплённый на железном стержне с деревянной рукояткой на конце.

# Инструменты для пайки

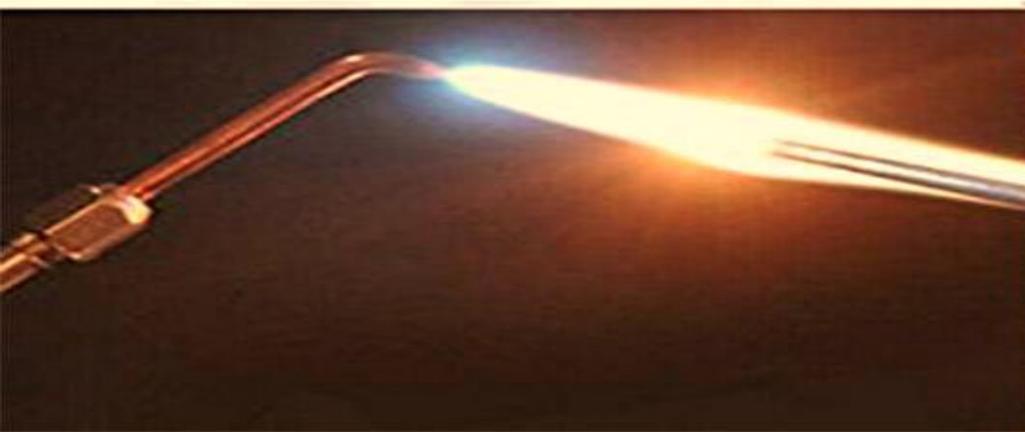
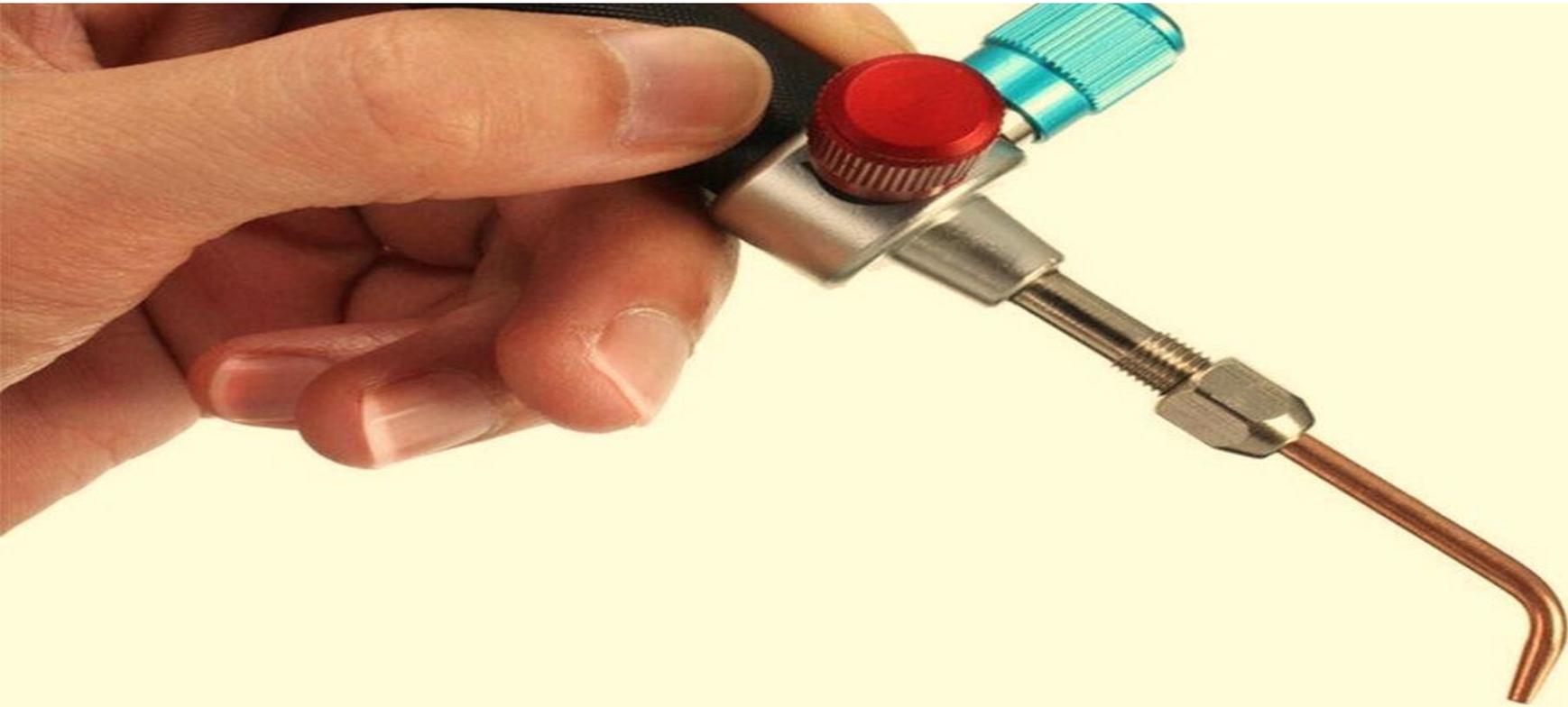
- К паяльникам *непрерывного подогрева* относят газовые и бензиновые.
- Особую группу составляют паяльники специального назначения: ультразвуковые с генератором ультразвуковой частоты (УП-21); с дуговым обогревом; с вибрирующими устройствами и др.

# Электрический паяльник



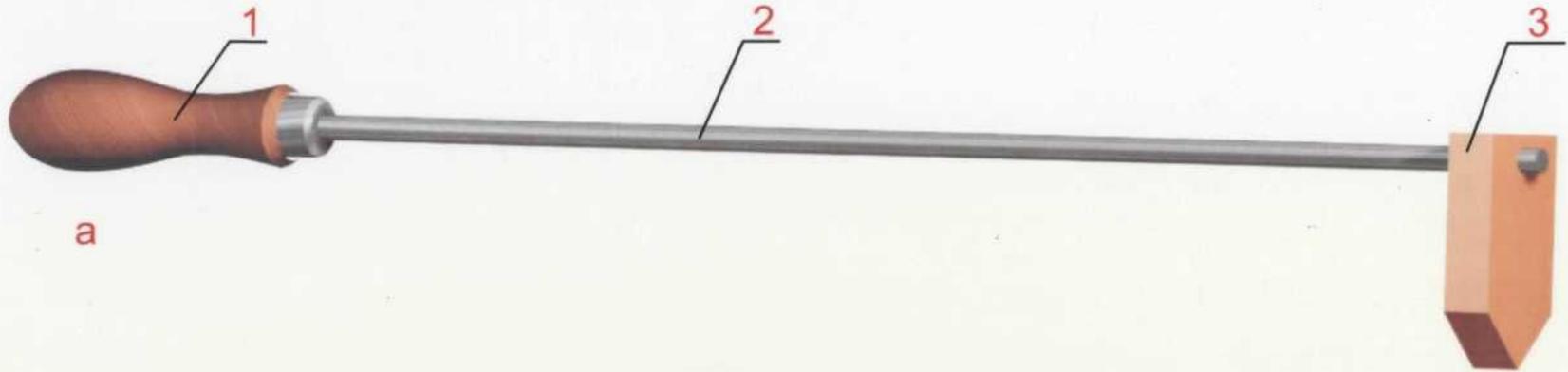
а - прямой, б - угловой: 1 - рукоятка, стальная пробка, 3 - хомутик, 4 - накладные боковины, 5 - шнур, 6 - штепсельная вилка, 7 - медный стержень (теплопередатчик)

# Газовый паяльник



# Паяльник периодического подогрева

*Тепловые паяльники без подогрева в процессе работы*



а

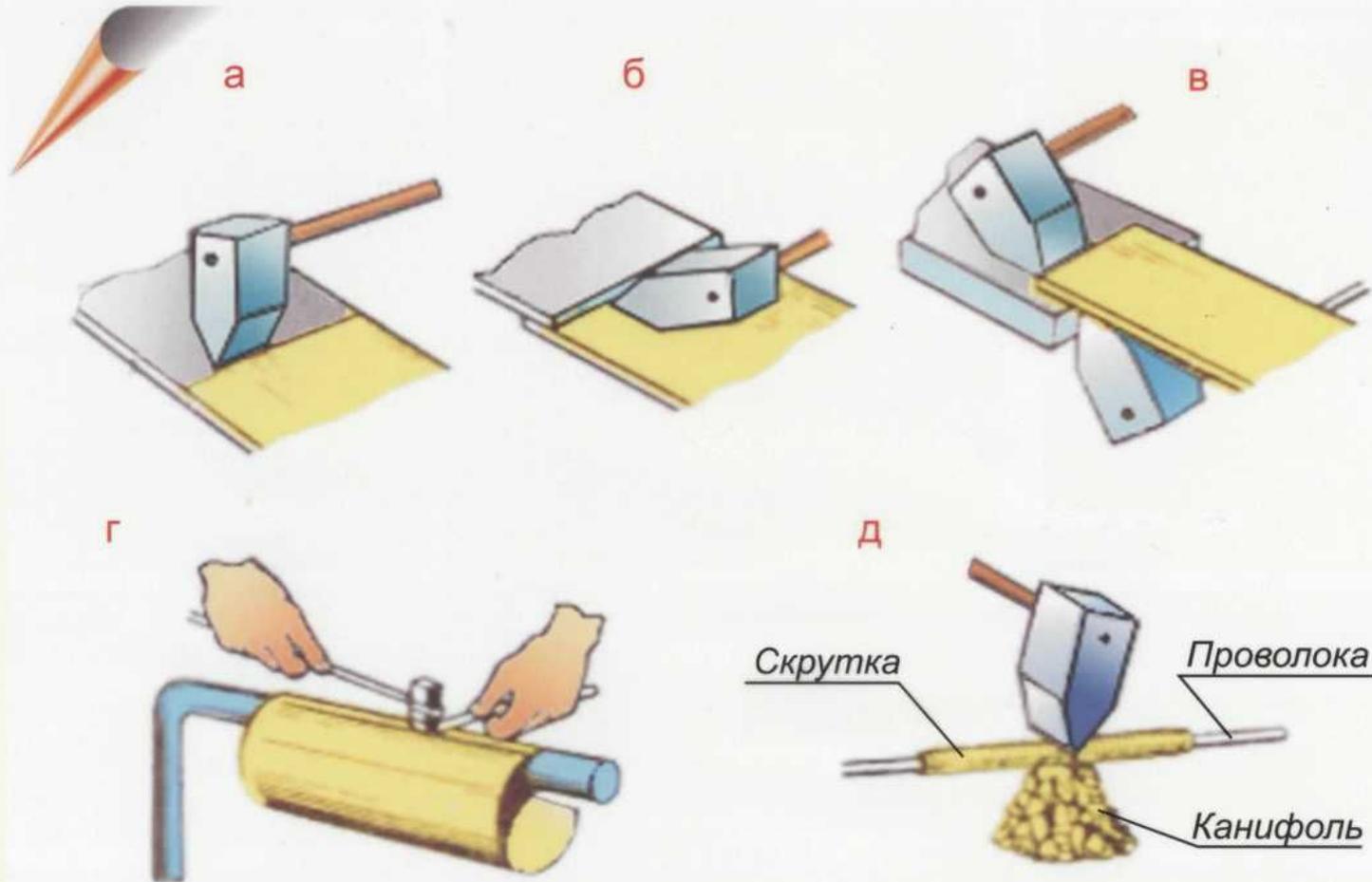


б

а - угловой, б - прямой

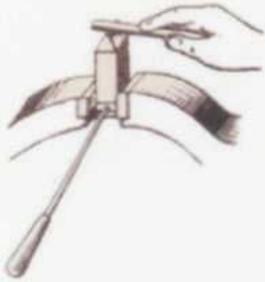
Паяльники являются основными инструментами для выполнения пайки. По способу нагрева паяльники разделяют на три группы: периодического подогрева, с непрерывным подогревом газом или жидким топливом и электрические. Паяльники периодического подогрева подразделяют на угловые (молотковые) и прямые (торцовые).

# Технология пайки

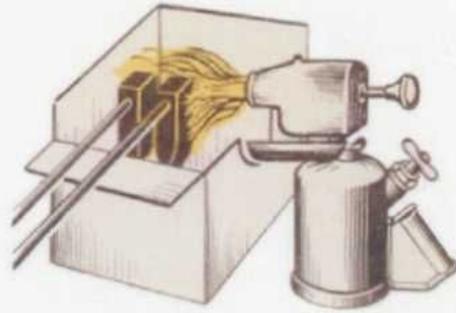


а - пайка стыкового шва, б - нахлесточного шва, в - тонкой пластины с толстым нахлесточным швом, г - трубы, д - толстым проводом

# Технология пайки



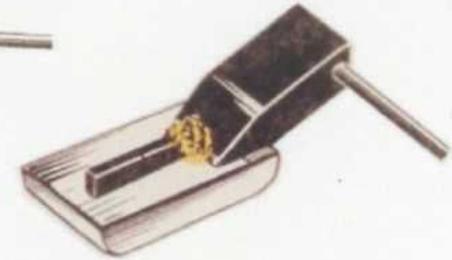
а



б



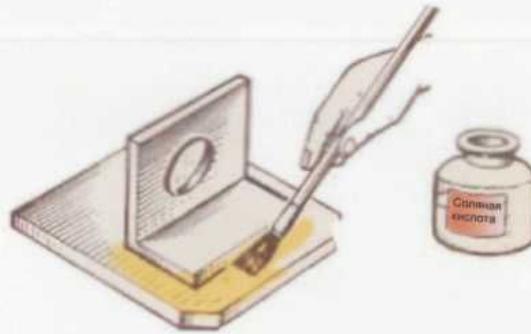
в



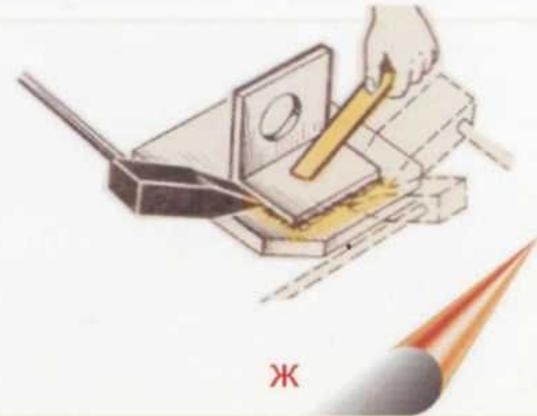
г



д



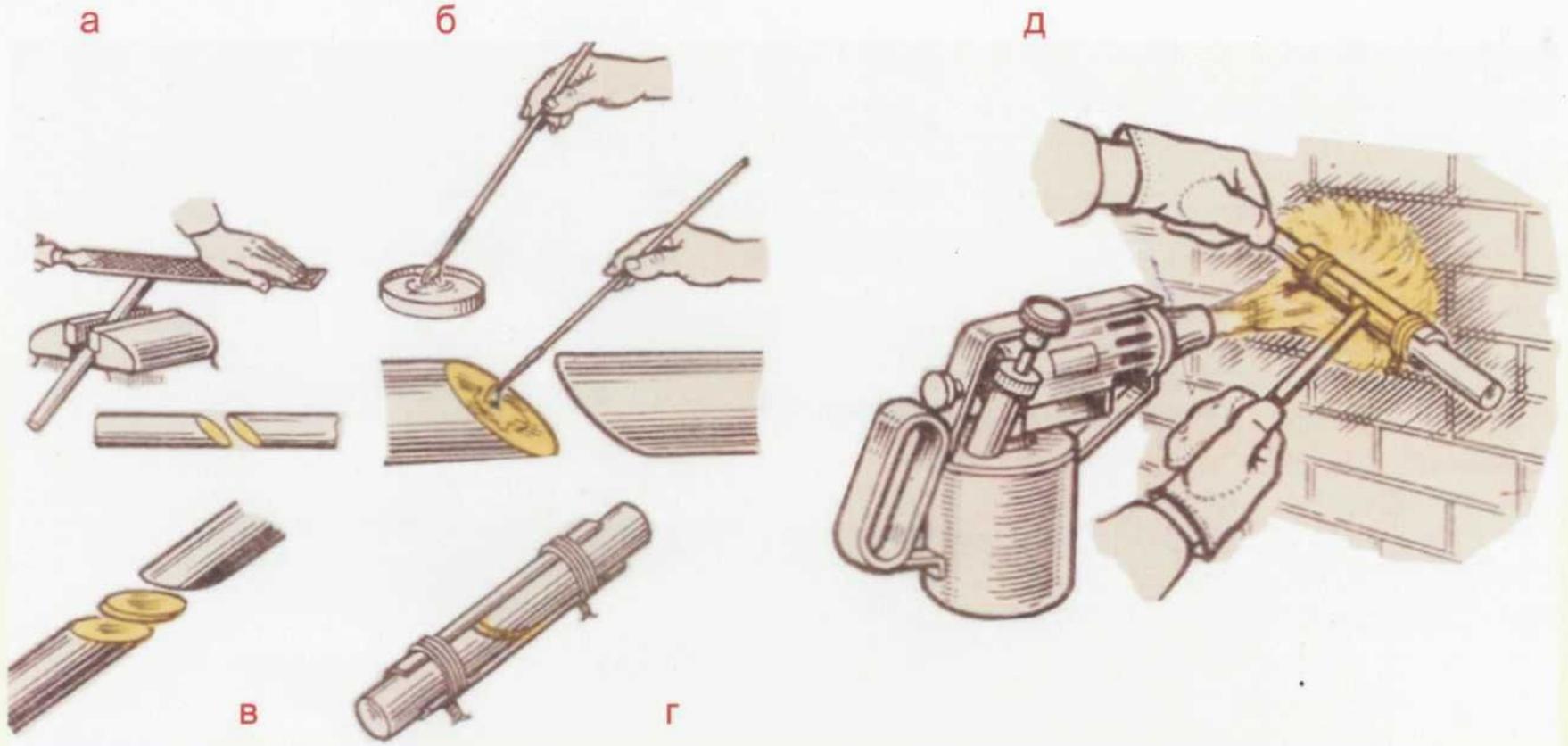
е



ж

а - заправка паяльника, б - нагрев обушка, в - очистка от окалины хлористым цинком, г - захват расплавленного припоя, д - облуживание на кусковом нашатыре, е - протравливание места паяния (нанесение флюса), ж - нанесение припоя (заполнение зазора)

# Технология пайки



**а** - подгонка поверхностей деталей, **б** - смазывание поверхностей деталей флюсом, **в** - вставка медной пластины, **г** - фиксирование соединяемых деталей направляющей прокладкой, **д** - нагрев деталей



# Процесс образования паяного шва

Стадии процесса:

1) механическая зачистка поверхности изделия;

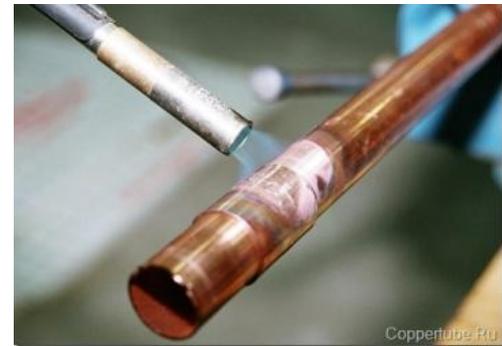
2) обезжиривание;

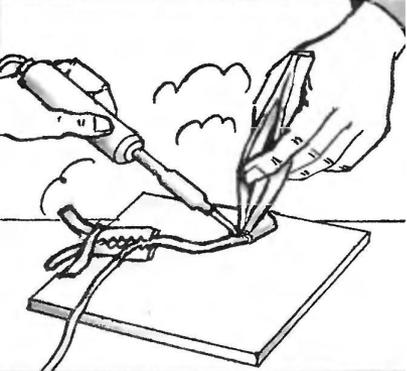
3) травление кислотами;

Иногда изделия перед паянием предварительно лудятся.

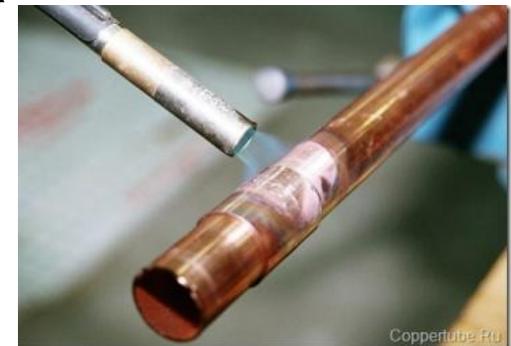
4) расплавление припоя;

5) растекание жидкого припоя по поверхности твердого металла и заполнение паяемого шва;





# Процесс образования паяного шва



- Стадии процесса:

6) растворение основного металла у шва в жидком припое и взаимная диффузия металлов;

7) охлаждение и кристаллизация припоя в паяном шве;

8) обработка соединения после пайки (удаление лишнего припоя, флюса);

9) сборка.

# Вспомогательные процессы при пайке

- При пайке шов должен быть обязательно прогрет до температуры начала плавления припоя (температуры солидуса).
- Одновременно с прогревом паяного шва обычно происходит и расплавление



# Лужение

**Лужение** — нанесение на деталь тонкого слоя олова или сплавов олова (со свинцом, цинком, висмутом и т. д.) с целью предохранения поверхностей от коррозии и окисления, придания им необходимых свойств, например, для декоративной обработки поверхности при изготовлении художественных изделий или подготовки поверхности подшипников перед заливкой баббитом, перед пайкой. Этот слой носит название полуда.

# *Лужение под пайку*

- Лужение чаще всего выполняется при подготовке деталей к паянию, а также для предохранения изделий от ржавления (коррозии). Иногда лужение производится для специальных целей, например перед заливкой подшипников.
- В качестве полуд применяется чистое олово, а для неответственных деталей олово иногда заменяют более дешевым сплавом, состоящим из 5 частей олова и 3 частей свинца. Сплавы (оловянно-свинцовые) нельзя применять при лужении посуды для пищи.
- Лудят двумя способами: натиранием (большие изделия) и погружением (небольшие изделия) в расплавленную полуду.
- Процесс лужения состоит из трех основных операций: подготовки поверхности, приготовления полуды и лужения.

# Подготовка поверхности к лужению

- Поверхность, подлежащая лужению, должна быть тщательно очищена от грязи, окалины, жиров и т. д.
- Очистка поверхности изделия производится до металлического блеска при помощи шабера, напильника, наждачной бумаги, кордовых щеток и т. д. Большие поверхности для облегчения работы травят разбавленной соляной или серной кислотой.

# ОБЕЗЖИРИВАНИЕ

- Обезжиривание- процесс удаления жиров и масла с поверхности металла.
  - Обезжиривание в органических растворителях
- Детали погружают в ванну с бензином или керосином и затем волосяной щеткой очищают их поверхность.
- Окончательная очистка производится во второй ванне с более чистым растворителем.
- Затем протирают поверхности паяемого шва волосяными щетками, смоченными разведенной до кашицеобразного состояния венской известью.
- При выполнении травления и нейтрализации следует работать в резиновых перчатках, фартуке и защитных очках во избежание ожогов и порчи одежды.



# Травление металлов

- Удаление с поверхности металлов окислов, ржавчины и окалины в растворах кислот, солей или щелочей называется **травлением**. Травление осуществляется химическим и электрохимическим



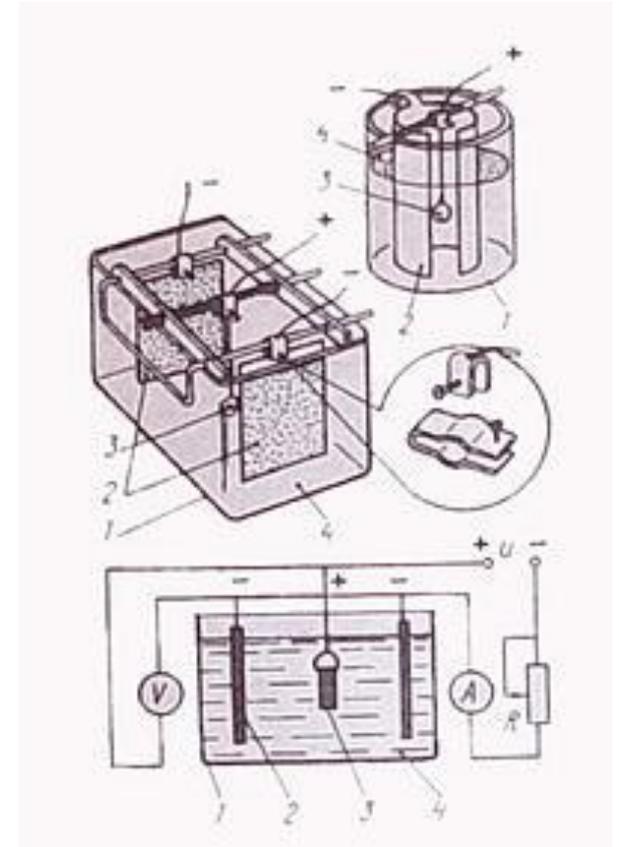
# Химическое травление

- Химическое травление стальных изделий выполняется путем погружения изделий в раствор серной или соляной кислот. При погружении изделия в растворы кислот во взаимодействие с ними вступают не только имеющиеся на поверхности металла окислы, но и металлическое железо.



# Электролитическое травление

- Очистка изделий методом погружения в травильную ванну в большинстве случаев требует значительного времени. Для ускорения процесса очистки применяется электролитический способ травления, при котором изделие помещают в качестве анода (анодное травление) или катода (катодное травление) в



1 - ванна, 2 - катод, 3 - анод, 4 – электролит  
Рисунок 2 –  
Электролитическое

# Способы лужения

**Лужение погружением** выполняют в чистой металлической посуде, в которую закладывают, а затем расплавляют полуду, насыпая на поверхность маленькие кусочки древесного угля для предохранения от окисления. Затем изделие промывают в воде и сушат в древесных опилках.

**Лужение растиранием** выполняют, предварительно нанеся на очищенное место волосяной щёткой или паклей хлористый цинк. Затем равномерно нагревают поверхность изделия до температуры плавления полуды, которая наносится от прутка. После этого нагревают и в таком же порядке обслуживают другие места. По окончании лужения охладившееся изделие, промывают водой и сушат.

# Безопасность труда

При пайке и лужении необходимо соблюдать следующие правила безопасности:

- рабочее место паяльщика должно быть оборудовано местной вентиляцией (скорость движения воздуха не менее 0,6м/с);
- не допускается работа в загазованных помещениях;
- по окончании работы и перед принятием пищи следует тщательно мыть руки с мылом;
- серную кислоту следует хранить в стеклянных бутылках с притёртыми пробками; пользоваться нужно только разведённой кислотой;
- при нагреве паяльника следует соблюдать общие правила безопасного обращения с источником нагрева;
- у электрического паяльника рукоятка должна быть сухой и не проводящей тока.

# Склеивание

**Склеиванием** называют неразъемное соединение деталей изделий путем обмазки соединяемых поверхностей изделия веществом (или смесью веществ), называемым клеем, их соединения и выдерживания под некоторой нагрузкой до затвердения клея. В ряде случаев применяется подогрев склеенных деталей.

Клей представляет собой вязкое вещество, обладающее склеивающей способностью. Клей состоит из наполнителя, отвердителя, растворителя связующего компонента, пластификатора

# Склеивание

Клеевые соединения обладают достаточной герметичностью, водо- и маслостойкостью, высокой стойкостью к вибрационным и ударным нагрузкам. Склеивание во многих случаях может заменить пайку, клёпку, сварку, посадку с натягом.

Надёжное соединение деталей малой толщины возможно, как правило, только склеиванием.

# Клеящие вещества

В слесарном деле наибольшее распространение имеют синтетические клеи: фенольные БФ-2, БФ-4, ВК-32-200, ВС-350, эпоксидные ЭД-5, ЭД-6, ВК-32-ЭЛ, полиамидные ППФЭ-2/10, МПФ-1, карбинольные и полиуретановый ПУ-2.

Этими клеями кроме металлов можно склеивать также и неметаллические изделия, такие как дерево, стекло, керамику, искусственные материалы, кожу, ткани бумагу и т. д.

# Клеящие вещества

Универсальный клей БФ-2 применяют для склеивания металлов, стекла, фарфора, бакелита, текстолита и других материалов.

Клей БФ-4 и БФ-6 применяют для получения эластичного шва при соединении тканей, резины, фертта. По сравнению с другими клеями они

# Клеящие вещества

Карбинольный клей может быть жидким или пастообразным (с наполнителем). Клей пригоден для соединения стали, чугуна, алюминия, фарфора, эбонита и пластмасс и обеспечивает прочность склеивания в течении 3..5ч после приготовления.

Бакелитовый лак – раствор смол в этиловом спирте. Применяют для наклейки накладок на диски муфт сцепления.

# Технологический процесс склеивания

Независимо от склеиваемых материалов и марок клеев, процесс состоит из следующих этапов:

- взаимная подготовка, очистка от пыли и жира,
- придание необходимой шероховатости;
- нанесения клея кистью, шпателем,  
пульверизатором;
- затвердевание клея и контроль качества  
клеевых соединений.

Из цветных металлов хуже всего склеивается медь, немного лучше – латунь и бронза.

# Дефекты при склеивании

Причины непрочности клеевых соединений:

- плохая очистка склеиваемых поверхностей;
- неравномерное нанесения слоя на склеиваемые поверхности;
- затвердевание нанесённого на поверхности клея до их соединения;
- недостаточное давление на соединяемые части склеиваемых деталей;
- неправильный температурный режим и недостаточное время сушки клеевого соединения.