

**СПОСОБЫ  
ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ  
И ПОВЫШЕНИЯ ИХ  
ИЗНОСОСТОЙКОСТИ**

# Способы восстановления изношенных деталей

(Легкодоступные  
и  
малоответственн  
ые

Удаление прокладок  
(регулирование величины  
рабочего зазора);  
Подтяжка резьбовых соединений;  
Автоматическая регулировка  
зазора

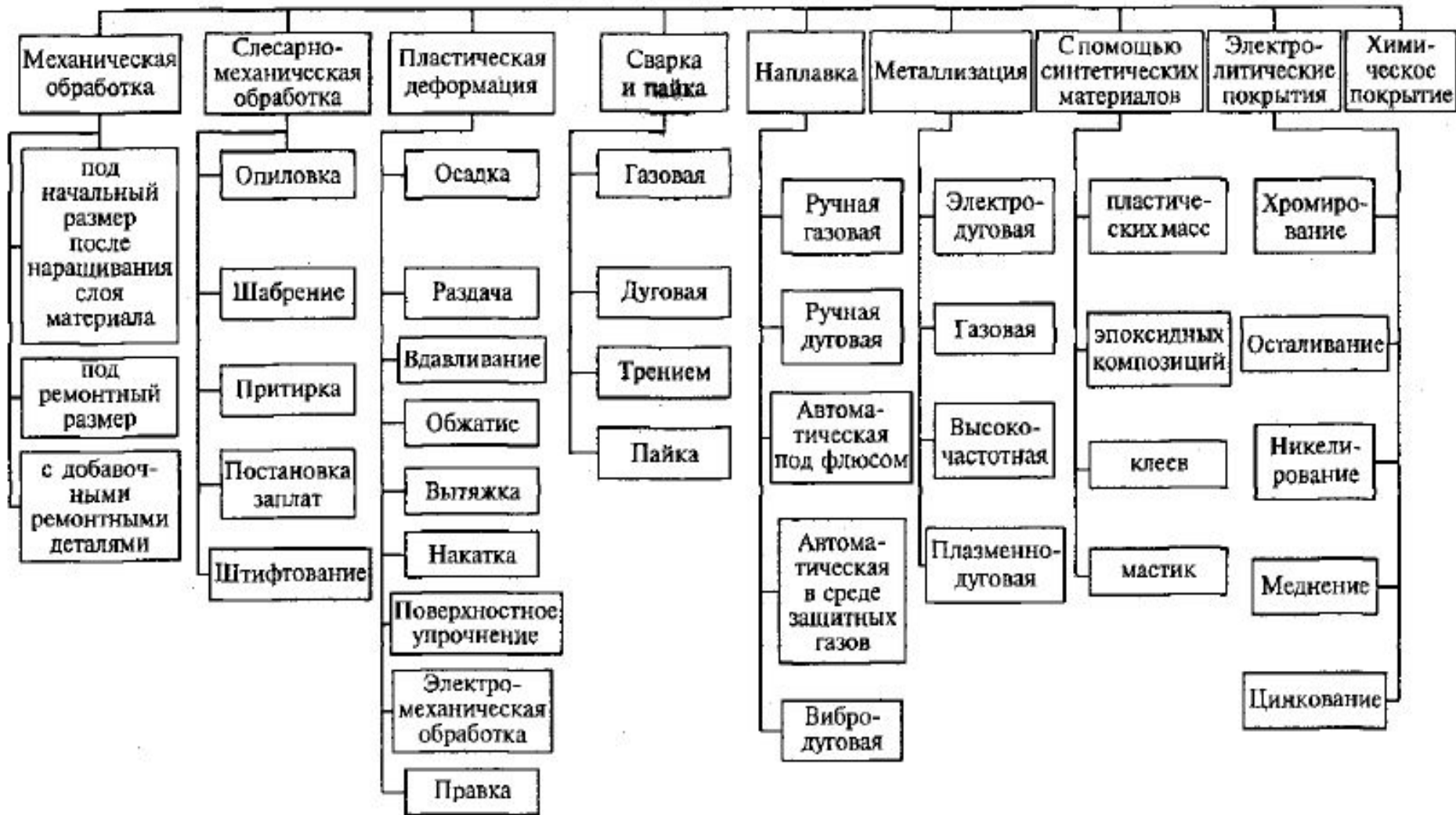
ИЗМЕНЕНИЕ  
ПЕРВОНАЧАЛЬН  
ЫХ РАЗМЕРОВ  
ДЕТАЛИ

Обработка под новый  
(ремонтный) размер,  
применение  
дополнительных деталей

ИЕ  
ПЕРВОНАЧАЛЬН  
ЫХ РАЗМЕРОВ

Нанесение слоя металла на  
изношенные места,  
перемещение  
поверхностного слоя

# Способы ремонта деталей технологического оборудования



# Восстановление деталей пластической деформацией

*использование пластических свойств и способности металлов изменять свою геометрическую форму и размеры без разрушения под действием внешних сил благодаря остаточной деформации.*

- Изгиб, скручивание, смятие - правка

## **Холодная деформация**

- Перемещение части металла с нерабочих участков на рабочие, правка
- Для деталей из углеродистых сталей (С – не более 0,25%), цветных металлов и сплавов с высокими показателями пластичности, простой формы

# Восстановление деталей пластической деформацией

## ХОЛОДНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ

Перемещение части металла с  
нерабочих участков на рабочие, правка

Для деталей из углеродистых сталей (С –  
не более 0,25%), цветных металлов и  
сплавов с высокими показателями  
пластичности, простой формы

## ГОРЯЧАЯ ДЕФОРМАЦИЯ

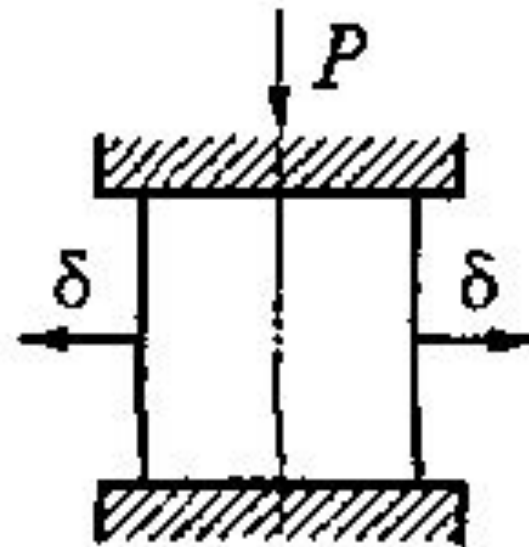
Нагрев всей детали или только  
участка, подлежащего  
деформации

# Заполните таблицу:

## Восстановление деталей пластической деформацией

Вид обработки	Применение	Обрабатываемые детали

# Виды обработки: ОСАДКА

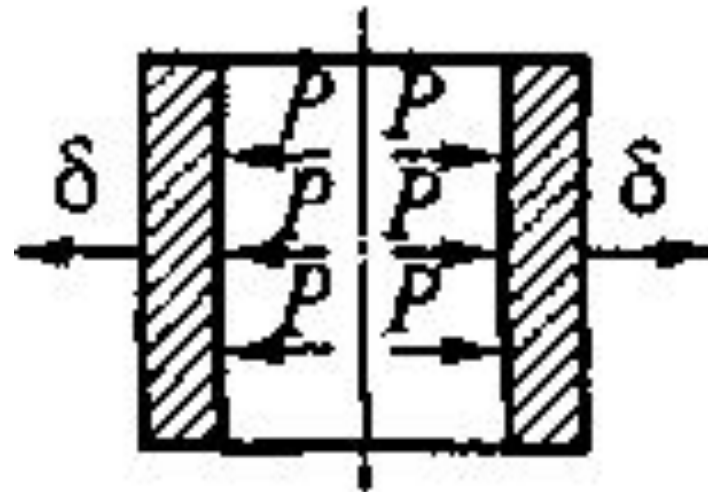


**Применяется** для увеличения наружного диаметра сплошных деталей или для уменьшения внутреннего диаметра полых.

**Ремонтируемые детали:** втулки при износе по наружному или внутреннему диаметру, цапфы валов, оси, клапаны двигателей внутреннего сгорания, зубчатые колеса и другие детали, имеющие поверхностный износ не более 1% их диаметра.

Этим способом можно уменьшить длину деталей до 15%, однако ответственные детали не уменьшают больше чем на

# Виды обработки: РАЗДАЧА

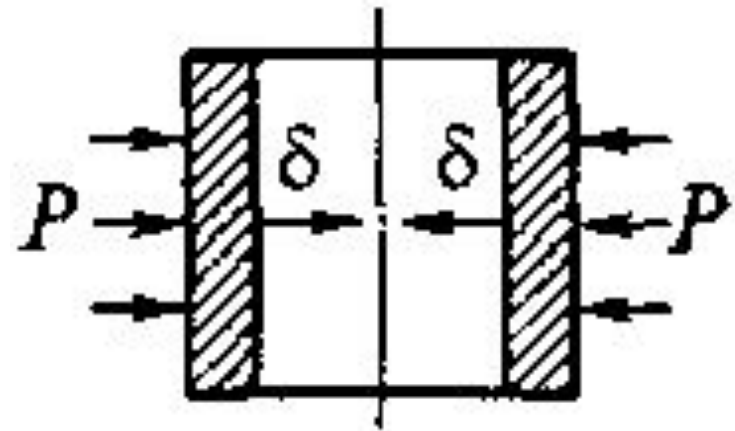


Применяется для увеличения наружного диаметра за счет увеличения внутреннего диаметра полых цилиндрических деталей (незначительного уменьшения толщины стенки).

Этим способом восстанавливают изношенные цилиндрические детали, пальцы кулисных механизмов, штанг. Изношенный палец устанавливают в специальную матрицу и раздают с помощью пуансона на прессе.



# Виды обработки: ОБЖАТИЕ



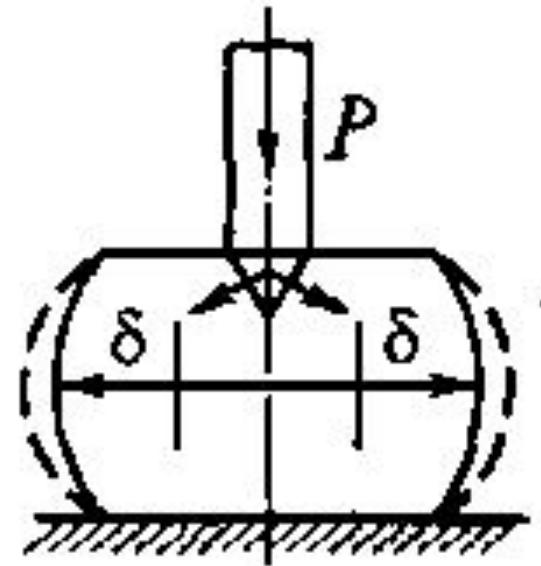
Проводят при необходимости уменьшить, внутренний диаметр полых деталей за счет изменения наружного диаметра.

Этим способом восстанавливают втулки из цветных металлов, зубчатые муфты с изношенными профилями внутренних зубьев, сепараторы конических подшипников и т.д.

При обжатии изношенную втулку проталкивают с помощью пуансона через отверстие матрицы, размер которой, регулируемый вкладышем, равен наружному диаметру обжатой втулки.

После обжатия наружный диаметр увеличивают, например, с помощью электролитического наращивания слоя металла, а внутренний – развертывают до требуемого размера.

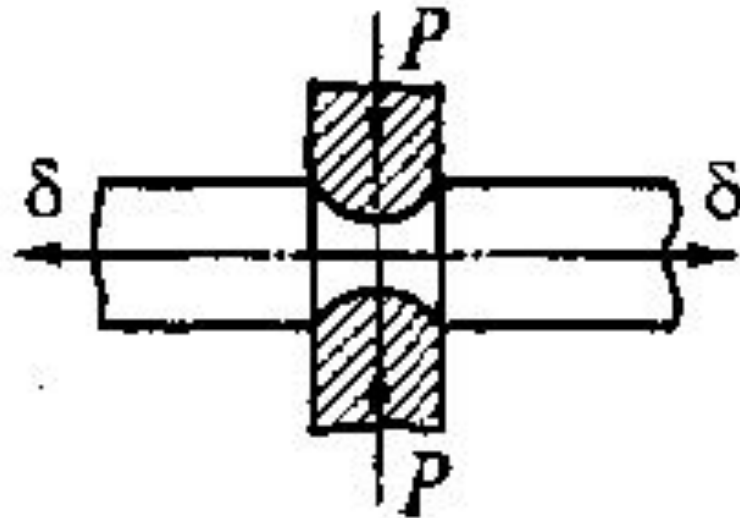
# Виды обработки: ВДАВЛИВАНИЕ



Для увеличения размеров наружных поверхностей деформированием материала на ограниченном участке рабочей части детали

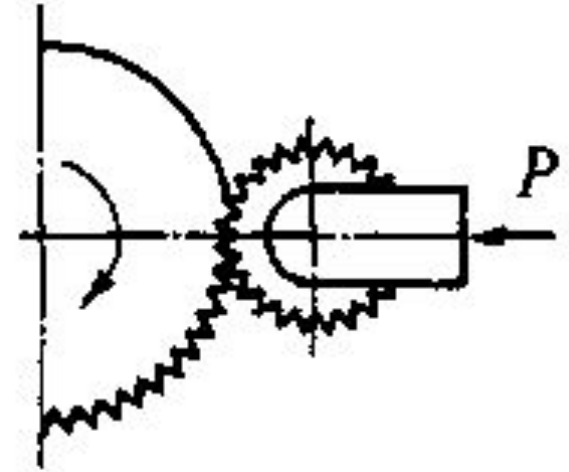
Боковые поверхности шлицев, валов, профиль зубьев зубчатых колес, фаски клапанов, шаровые пальцы и т.п.

# Виды обработки: ВЫТЯЖКА



Вытяжка применяется для увеличения длины детали за счет местного (на небольшом участке) сужения ее поперечного сечения. Этот способ используют при ремонте тяг, штанг и др.

# Виды обработки: НАКАТКА



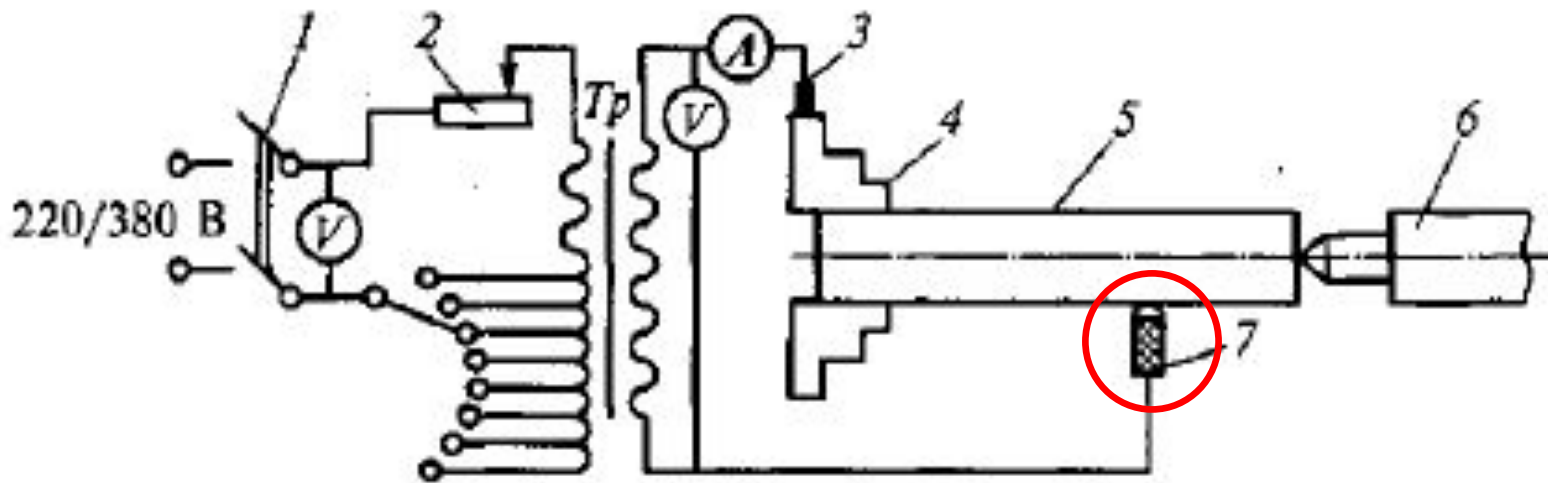
Для увеличения наружных размеров деталей, изготовленных из пластичных материалов

При накатывании диаметр поверхности увеличивается за счет поднятия гребешков металла. Полученную поверхность шлифуют или накатывают гладким роликом до получения требуемого размера. Накатка может быть применена для восстановления вкладышей, залитых свинцовистой бронзой, а также для восстановления изношенных поверхностей под неподвижную посадку колец роликовых и шариковых подшипников. Накаткой можно увеличить диаметр детали на 0,3...0,4 мм на сторону.

Накатку применяют для сохранения работоспособности только деталей, работающих в легких условиях, так как износостойкость соединений, отремонтированных таким путем, значительно ниже износостойкости нового соединения – шейки валов с неподвижной

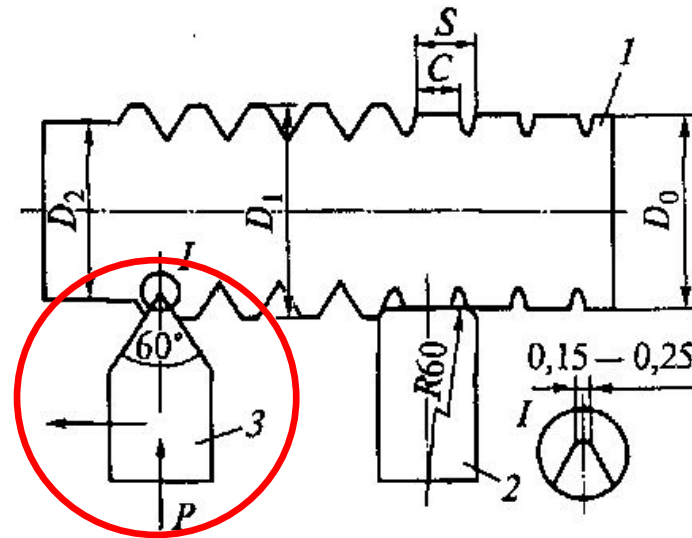
# Виды обработки: ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

- Для восстановления размеров деталей под запрессовку (посадочные места вала, опоры внутренних барабанов СМ).
- Сочетание термического и силового воздействия на поверхностный слой обрабатываемой детали



# Виды обработки: электромеханическ ая обработка

Разновидность –  
завальцовка  
провода



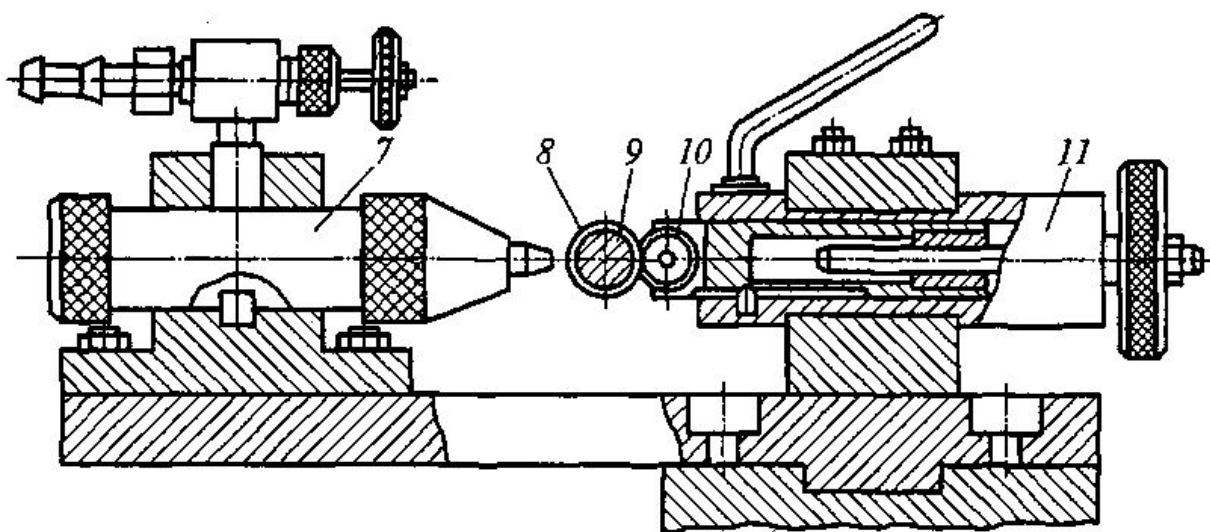
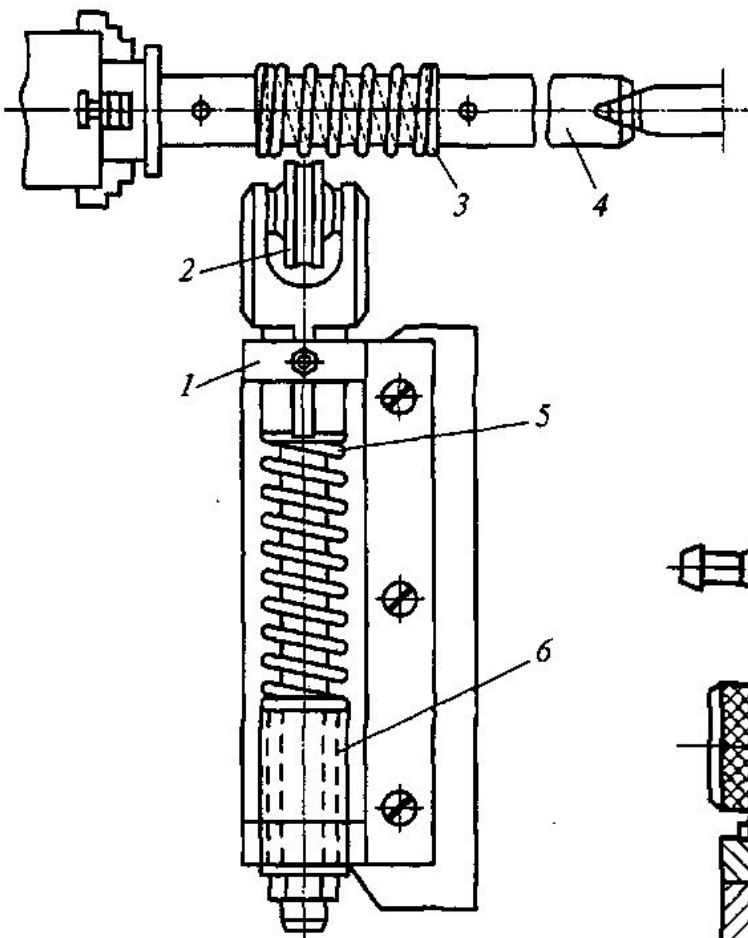
# Виды обработки: НАКЛЕП

- Поверхностное упрочнение слоя металла в холодном состоянии.

# Восстановление упругих свойств винтовых пружин способом поверхностного

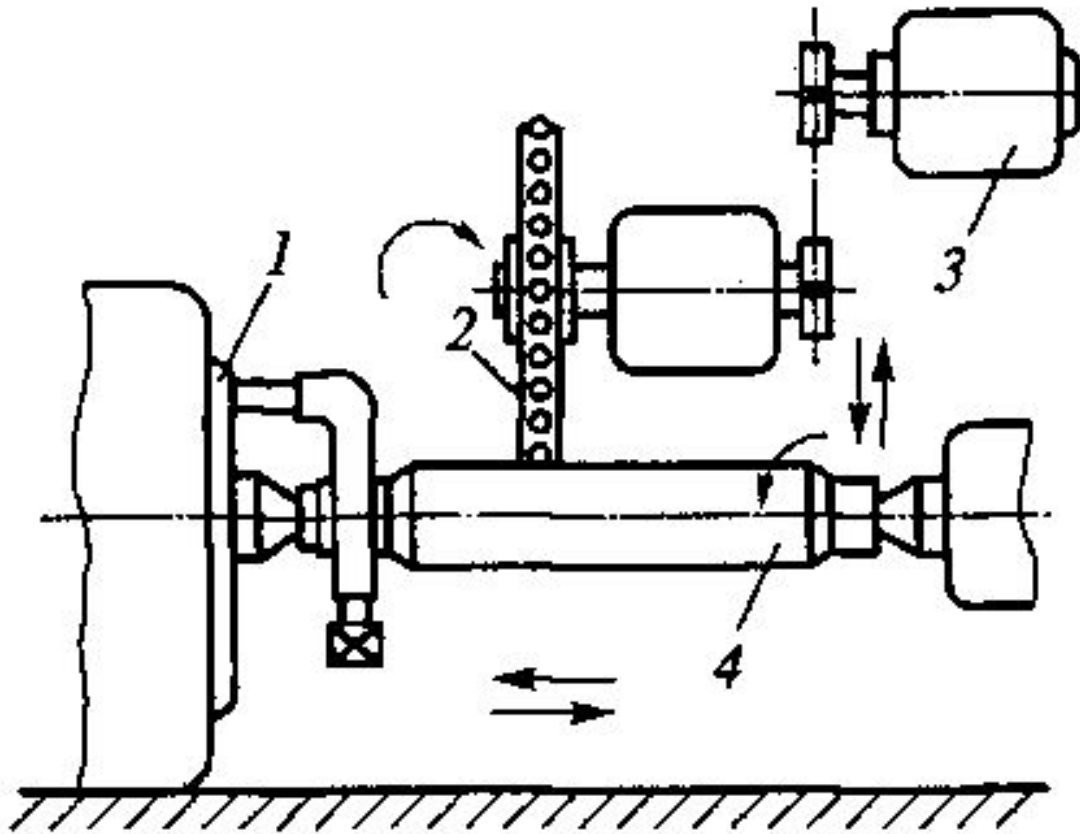
## Я

*a* — роликом; *b* — пневматическим молотком; *1* — корпус; *2, 10* — ролики; *3, 8* — восстанавливаемые пружины; *4, 9* — оправки; *5* — тарированная пружина; *6* — резьбовая втулка; *7* — пневматический молоток; *11* — задняя бабка





# Наклеп наружных поверхностей тел вращения



# Восстановление деталей пайкой



- **Пайка** — технологическая операция, применяемая для получения неразъёмного соединения деталей из различных материалов путём введения между этими деталями расплавленного материала (припоя), имеющего более низкую температуру плавления, чем материал (материалы) соединяемых деталей.

Прочность соединения зависит от зазора между соединяемыми деталями (от 0,03 до 2 мм), чистоты поверхности и равномерности нагрева элементов. Для удаления оксидной плёнки и защиты от влияния атмосферы применяют **флюсы**.

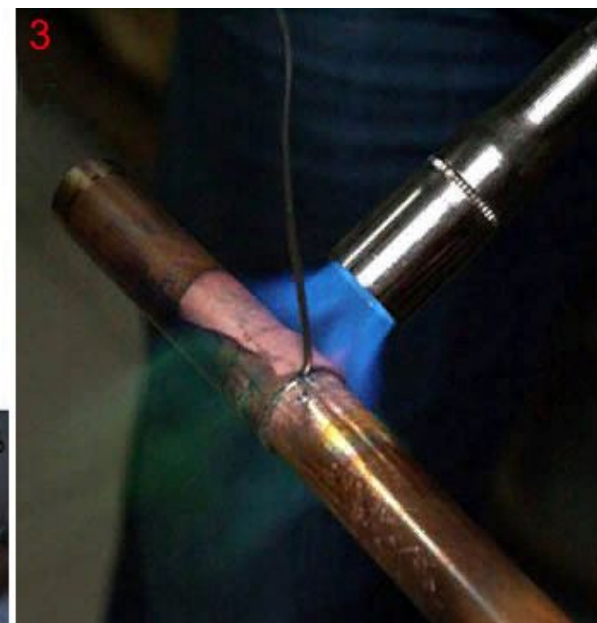
# МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПАЙКИ:

- ПРИПОИ
- ФЛЮСЫ



# ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПАЙКИ:

- ПАЯЛЬНИКИ, ПАЯЛЬНЫЕ ВАННОЧКИ
- ПАЯЛЬНЫЕ СТАНЦИИ
- ГОРЕЛКИ



# Классификация припоев

**ПОЛУТВЕРДЫЕ –**  
температура  
плавления - от  
температуры  
плавления чистого  
олова до 400°C

**МЯГКИЕ –**  
температура  
плавления  
до 400 °С;

**ТВЕРДЫЕ –**  
температура  
плавления  
свыше 500°C

**Пайка – паяльником или  
погружением в расплавленный  
припой**

**Пайка –  
электроконтактн  
ый способ,  
графитовые или  
медные  
электроды,  
дуговая сварка,  
автоген (для  
мелких деталей)**

# Операции по ремонту:

- Качество соединения зависит от подготовки поверхности, заключающейся в зачистке и обезжиривании (щелочами, этиловым спиртом), обеспечении необходимого зазора, защите поверхностей предохранительными пастами, способа нагрева.
- Способы нагрева – газовые горелки, печи, индукционный, ванны с солями, электроконтактный, кварцевыми лампами и т.д.



# Система обозначения припоев

**Обозначение марки припоя** - «П» – припой. Числа в марке припоя показывают содержание компонентов (буквы после буквы «П») в процентах (округлённо). Буква или буквосочетание в конце обозначения марки припоя означает, что данный компонент составляет оставшееся содержание припоя

## Обозначение компонентов:

- **А** – алюминий;
- **Ж** – железо;
- **И** – индий;
- **К** или **Кд** – кадмий;
- **М** – медь;
- **О** – олово;
- **С** – свинец;
- **Ср** – серебро;

# Примеры обозначений марок припоев:

- **ПОС61** – припой оловянно-свинцовый, олова – 61 %, остальное – свинец;
- **ПОССу61-0,5** – припой оловянно-свинцовый, олова – 61 %, сурьмы – 0,5 %, остальное – свинец;
- **ПОС61М** – припой оловянно-свинцовый, олова – 61 %, остальное – свинец и добавка меди;
- **ПСр3И** – припой серебряно-индиевый, серебра – 3 %, остальное – индий;
- **ПСр3Кд** – серебряно-кадмиевый, серебра – 3 %, остальное – кадмий.

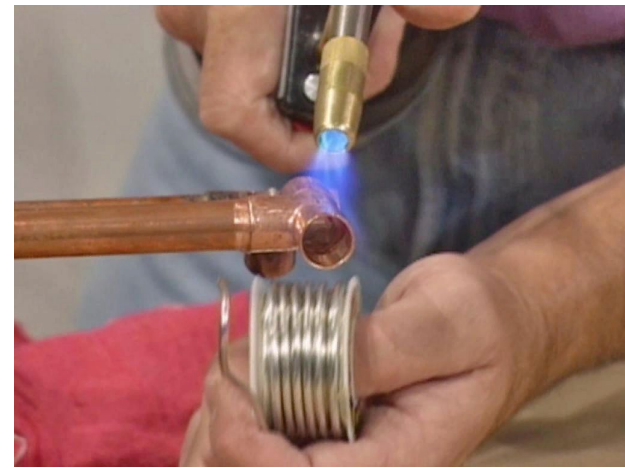




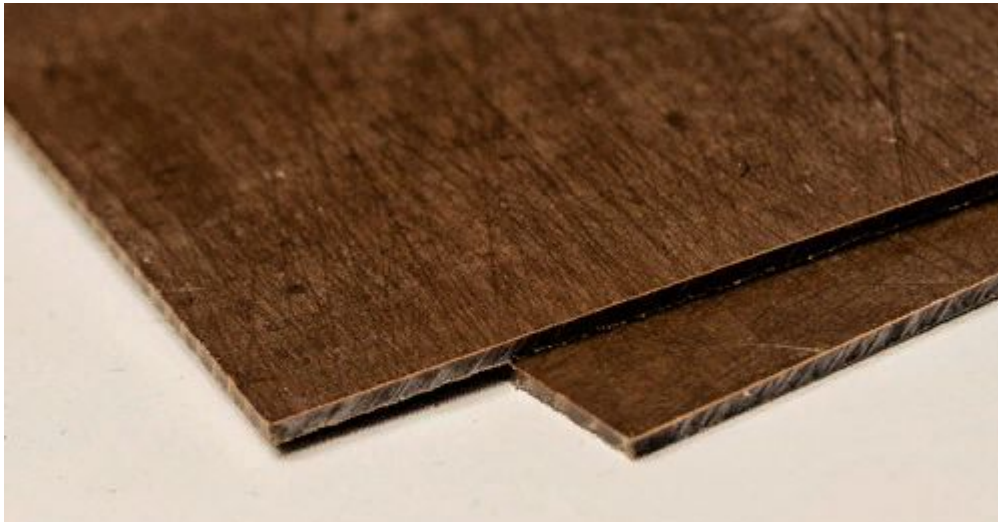
# Классификация флюсов

Классификация	Виды	
По природе растворителя	водные; неводные.	
По природе активаторов определяющего действия	Низкотемпературные	канифольные; кислотные
	Высокотемпературные	галогенидные; гидразиновые; фторборатные; анилиновые; стеариновые
По механизму действия	защитные; химического действия; электрохимического действия; реактивные	
По агрегатному состоянию	твердые; жидкие; пастообразные	

# ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ:

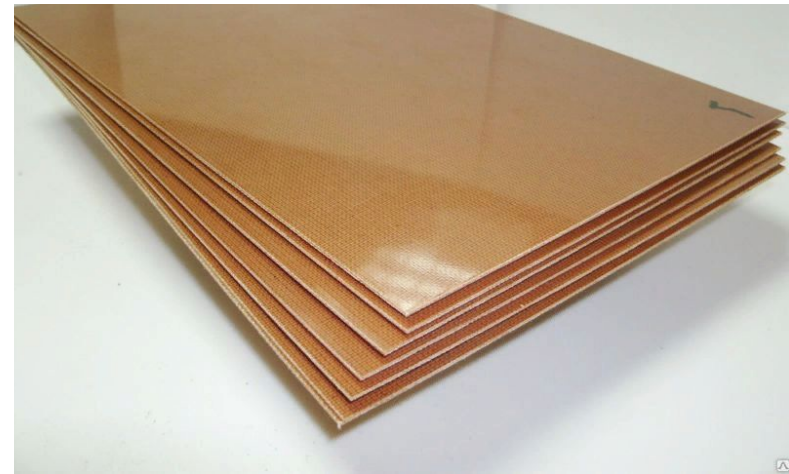


1. Детали, подлежащие пайке, зачищаются (удаляются защитные покрытия, грязь, окислы). Драгоценные металлы не покрываются окислами (кроме серебра, которое может со временем чернеть).
2. На зачищенное место пайки наносится тонкий слой флюса.
3. Затем место пайки приводится в соприкосновение с расплавленным припоем (касанием облуженного горячего паяльника или погружением в расплавленный припой). После охлаждения слой застывшего припоя должен быть блестящим, ровным, без несмоченных островков.
4. Залуженные детали фиксируются в необходимом положении и прогреваются паяльником. При необходимости в место нагрева вводится дополнительное количество припоя (капля на паяльнике или касание нагретых деталей припойной проволокой). В изделиях высокой надёжности, как правило, залуженные провода перед пайкой ещё и скручиваются («должно держаться без припоя»).
5. При необходимости флюс удаляется растворителем.

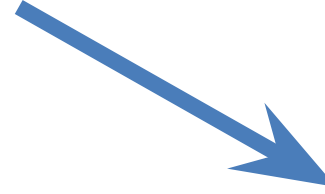
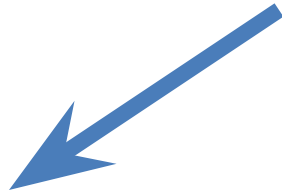


***ПЛАСТМАССЫ*** =  
полимеры + связующие  
вещества, отвердители,  
пластификаторы,  
наполнители,  
красители и т.п.

**Восстановлен  
ие деталей с  
помощью  
синтетических  
материалов  
(пластмасс)**



# ПОЛИМЕРЫ:



## Термопластичные

–

сохраняют  
пластические  
свойства после  
нагрева

## Термореактивные

–

отвердевают при  
нагреве, после чего  
теряют  
пластические  
свойства

# Способы ремонта деталей с применением пластмасс

**1**

Нанесение на изношенную поверхность пластмассового слоя

**2**

Использование композиций из эпоксидных смол

**3**

Применение синтетических клеев и мастик

# Нанесение на изношенную поверхность пластмассового слоя

## МЕТОДЫ:

- Нанесение полимерных покрытий в псевдоожоженном слое порошка
- Литье расплавленной пластмассы под давлением.



Для обеспечения надежной адгезии полимера с деталью ее поверхность должна быть тщательно подготовлена, для чего производятся очистка от грязи, механическая обработка или зачистка поверхности шлифовальной шкуркой, тщательное обезжиривание (в щелочных растворах, ацетоном, бензином и др.) с последующей сушкой.

Для увеличения сцепляемости полимера с поверхностью детали у последней сверлят отверстия, нарезают канавки, резьбу, проводят струйную обработку и т. д.

# Использование композиций из эпоксидных смол

В ремонтном производстве используют составы на основе эпоксидных смол, чаще всего смолу ЭД-16. Она отвердевает под действием отвердителей. Для повышения эластичности и ударной прочности в состав вводят пластификатор. Введение в состав композиции наполнителей (железный и алюминиевый порошки, асбест и др.) позволяет улучшить физико-механические свойства и снизить стоимость.



## Технология приготовления

эпоксидной композиции :

- эпоксидную смолу разогревают в термошкафу или емкости с горячей водой до жидкого состояния (60...80°С);
- проводят отбор необходимого количества жидкой эпоксидной смолы;
- добавляют небольшими порциями пластификатор (дибутилфталат);
- перемешивают смеси в течении 5...8 мин;
- вводят в состав необходимые наполнители;
- перемешивают смеси в течение 8... 10 мин.

Полученная композиция (состав) сохраняется длительное время. Непосредственно перед ее применением добавляют отвердитель и тщательно перемешивают в течение 5...7 мин.

# Рецептуры эпоксидных

Номер состава	Количество компонентов, мас. ч.					Назначение
	ЭД-16	ЭД-20	ДФФ	ПЭПА	Наполнитель	
1	100	—	15—20	9—12,6	150 (чугунный порошок)	Ремонт чугунных деталей, неподвижных посадок
2	—	100	10	12—16	150 (чугунный порошок)	Ремонт чугунных и алюминиевых деталей, неподвижных посадок
3	100	—	15—20	9—12,6	25 (алюминиевая пудра)	Ремонт алюминиевых деталей
4	—	100	10	12—16	25 (алюминиевая пудра)	То же
5	100	—	15—20	9—12,6	25 (алюминиевая пудра)	Склеивание деталей из металла
6	—	100	10	12—16	25 (алюминиевая пудра)	То же
7	—	100	25	11—12	150—200 железный  10 (алюминиевый порошок)	Восстановление изношенных деталей



# Применение синтетических клеев и мастик

**Синтетические клеи** – для склеивания разрушенных деталей, наложения заплат, наклеивания фрикционных накладок и дополнительных деталей, компенсирующих износ, для герметизации, восстановления неподвижных сопряжений и т.п.

**Синтетические мастики** – композиции, отличающиеся от клеев повышенной вязкостью и значительным



# СИНТЕТИЧЕСКИЕ КЛЕИ

**На основе  
термореактивн  
ых смол**

Прочные и  
теплостойкие  
клеевые  
соединения для  
силовых  
конструкций из  
металлов и  
неметаллических  
материалов  
ВК-32-200, ВС-10Т,  
ВС-350, БФ, К-153 и  
др.

**На основе  
термопластичных  
полимеров**

Возможность  
широкого  
варьирования  
свойств клеевых  
соединений:  
ЭД-16, ЭД-20, Л-4,  
Д-43, и т.д.

**На основе  
каучуков  
(эластомеро  
в)**

Для склеивания  
резины с  
металлами,  
неметаллическим  
и материалами:  
№ 61, термопрен,  
88Н, 88НП

# Технологический процесс склеивания

1. Преобразование клеящего состава для нанесения на склеиваемые поверхности (растворение, расплавление, частичная полимеризация мономера и т.д.);
2. Подготовка поверхности склеиваемых материалов (придание шероховатости, обезжиривание растворителями);
3. Нанесение клеящего вещества;
4. Превращение клеящего вещества в клеевой слой, прочно соединяющий склеиваемые материалы

## СИНТЕТИЧЕСКИЕ МАСТИКИ

```
graph TD; A[СИНТЕТИЧЕСКИЕ МАСТИКИ] --> B[Склеивающие]; A --> C[Герметизирующие]; A --> D[Футеровочные (термоизоляционные)];
```

Склеивающие

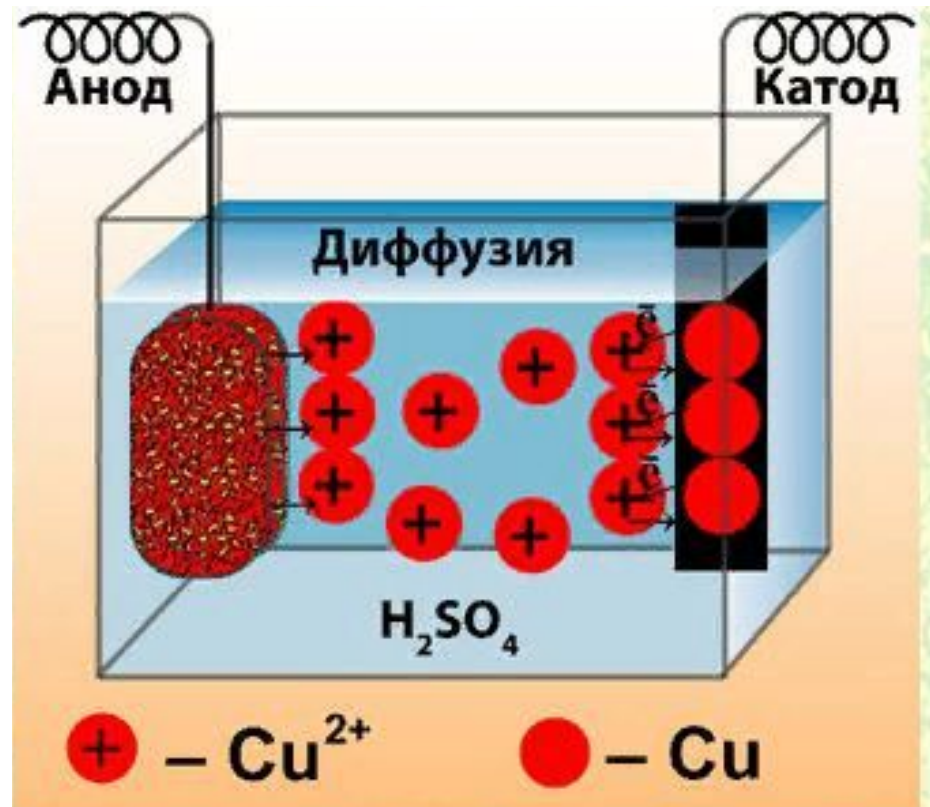
Герметизирующ  
ие

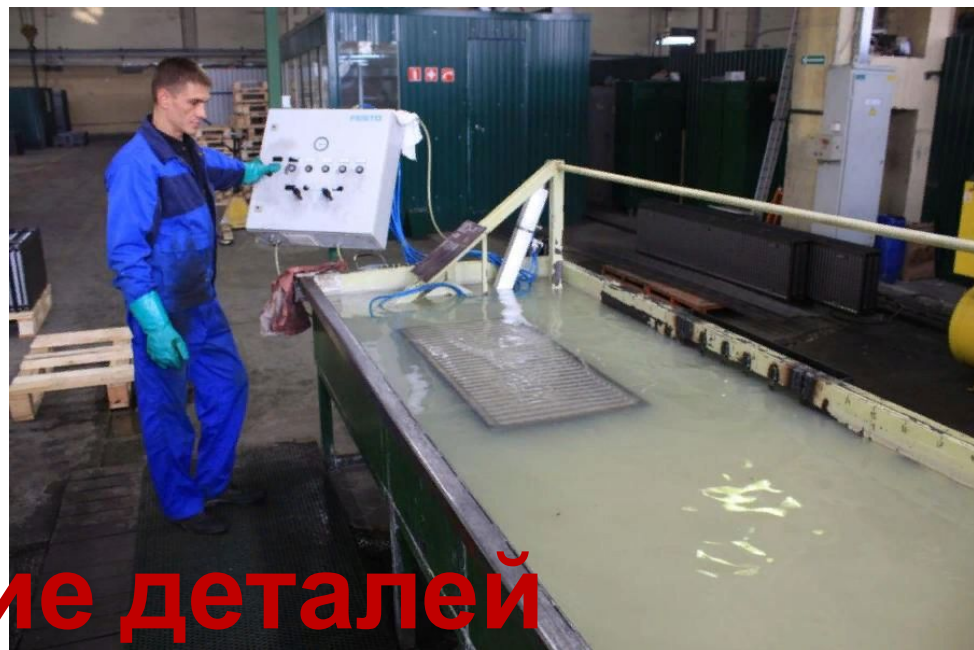
Футеровочные  
(термоизоляционн  
ые)

**Применение** – для заделки трещин, пробоин, неровностей деталей, герметичности соединений, работающих при температуре до 120°C

# Упрочнение деталей электролитическими покрытиями

Восстановление деталей электролитическими покрытиями заключается в нанесении на изношенную поверхность детали металла путем электролиза.





## Упрочнение деталей электролитическими покрытиями

- Сущность процесса состоит в следующем: подлежащая восстановлению деталь, подсоединенная к отрицательному электроду (катоде), помещается в ванну, наполненную электролитом, через который при помощи электродов, подсоединенных к источнику тока, проходит постоянный ток. При этом на катоде осаждается металл и выделяется водород.



# Этапы технологическо го процесса

- подготовки детали к нанесению покрытия (механическая обработка для придания поверхности правильной формы и требуемой чистоты, удаление наклепанного слоя, изоляции мест, не подлежащих покрытию, химическое и электролитическое обезжиривание);
- нанесения слоя металла;
- обработки детали, после нанесения слоя металла (промывка, снятие с подвесок, удаление изоляции, сушка, механическая обработка – при необходимости).

# Электролитические методы обработки деталей

## Хромирование :

- Валы роторов центрифуг, шпундодержателей, установочные пальцы, главные и челночные валы швейных машин, декоративное покрытие

## Отстаивание:

- Нарращивание наружных и внутренних поверхностей деталей (кроме плоских и фигурных)

## Никелирование :

- Защитно-декоративная отделка игольных пластин, фронтальных досок, иглодержателя, задвижных щитков, в качестве подслоя



# Получение металлических покрытий химическим способом

- В основе метода лежит реакция взаимодействия ионов металла с растворенным восстановителем на поверхности металла.
- Основной недостаток химического осаждения металлов вообще и **никелирования** в частности (а также некоторых других подобных процессов) – слабое сцепление никелевой пленки с основным металлом.
- Однако этот недостаток устраним, для этого применяют так называемый метод низкотемпературной диффузии. Он позволяет значительно повысить сцепление никелевой пленки с основным металлом. Метод этот применим для всех химических покрытий одних металлов другими.
- Термическая обработка пленок никеля (низкотемпературная диффузия) заключается в нагреве отникелированных деталей до температуры  $400^{\circ}\text{C}$  и выдержке их при этой температуре в течение 1ч.

# Технологический процесс химического никелирования

1. Подготовка деталей к покрытию (шлифование, полирование, обезжиривание, травление);
2. Нанесение покрытия;
3. Термическая обработка;
4. Механическая обработка (придание деталям необходимых размеров и шероховатости)

