

Диффузионная сварка в вакууме

В 1953 г. профессором Н.Ф. Казаковым был разработан принципиально новый способ соединения материалов – *диффузионная сварка в вакууме*

- применяется для сварки самых разнородных материалов: керамики с кевларом, медью, титаном, жаропрочных и тугоплавких металлов и сплавов, электровакуумных стёкол, оптической керамики, сапфира, графита с металлами, композиционных, порошковых и других материалов.

При этом способе сварки соединяемые детали помещают в вакуумную камеру при остаточном давлении среды (10^{-3} - 10^{-5} мм рт. ст.) и нагревают токами высокой частоты до необходимой температуры (0,8 от температуры плавления) а затем соединяют друг с другом с усилием. Удельное давление достигает 25 Мпа (250 кг/см^2)

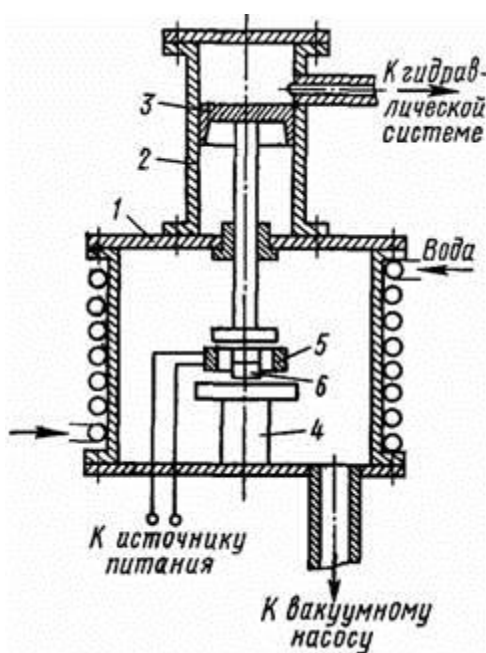


Схема диффузионной сварки в вакууме:

1 - камера; 2 - гидравлический цилиндр; 3 - поршень со штоком; 4 - опора; 5 - нагреватель; 6 - свариваемые заготовки

Гидридный способ сварки –

Основан на явлении гидрирования (насыщении водородом и **увеличении объёма до 10%**) материалов в водородной среде при высокой температуре, например при плакировании труб.

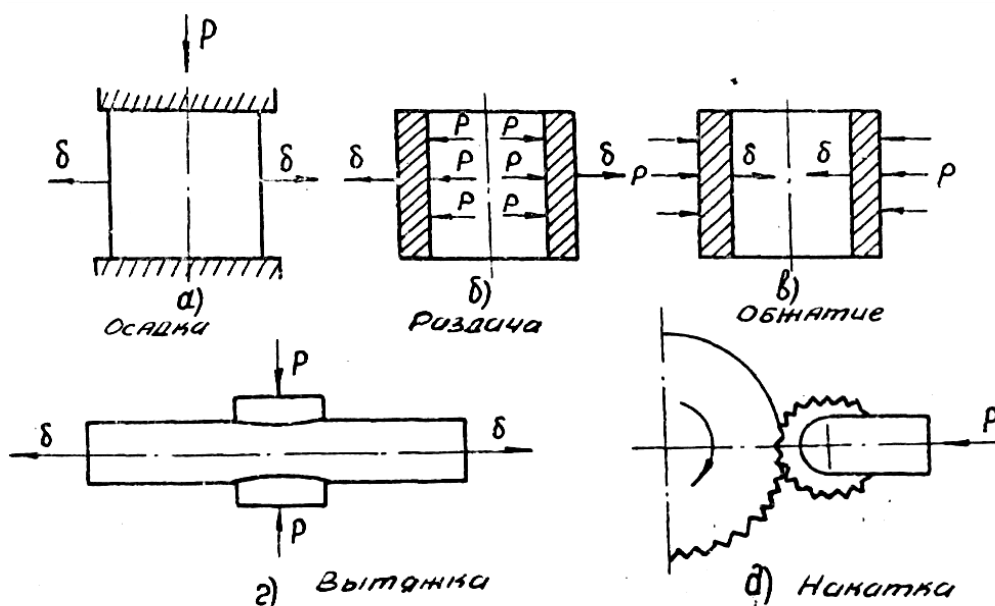
Восстановление деталей способом пластической деформации

Основан на пластичности металлов — свойстве металлических деталей без разрушения изменять первоначальную форму под действием внешних сил, а после прекращения их действия сохранять вновь приданную форму и размеры (при этом объем детали остается постоянным)

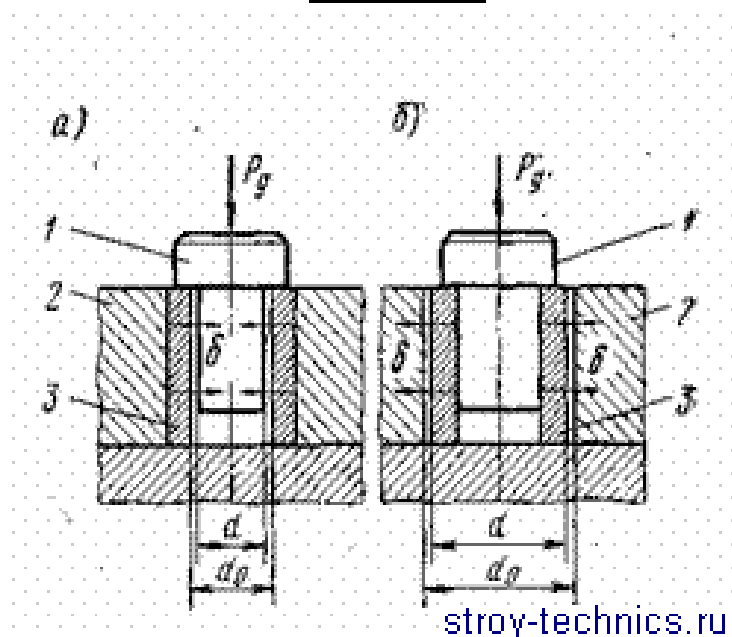
Деформация может быть:

- холодная – без нагрева заготовки;
- горячая деформация ($t = 0,8 t_{\text{плавл.}}$, при этом теряется термообработка).

Существуют следующие способы пластической деформации:

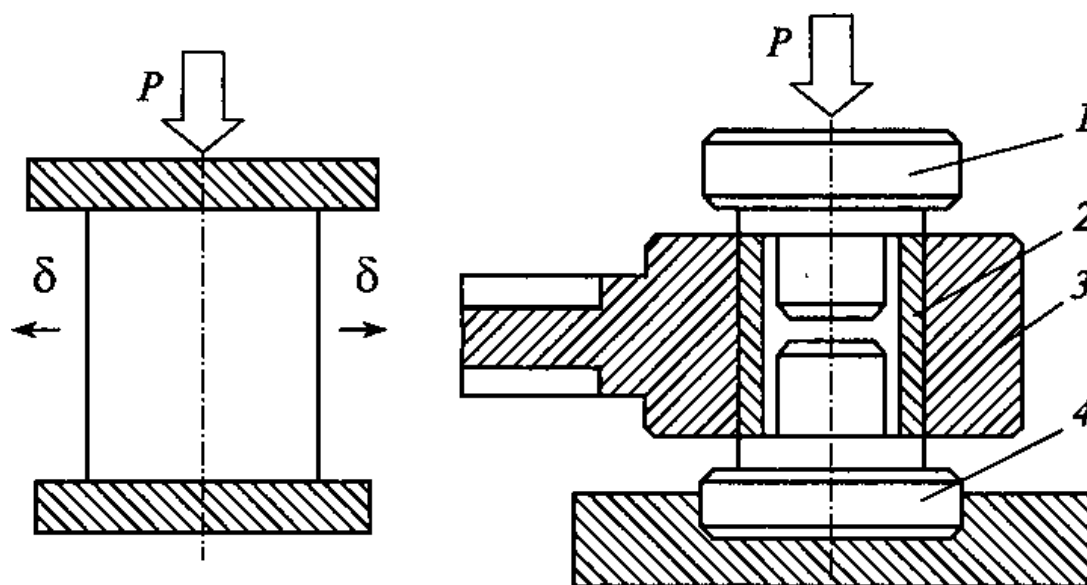


I. Осадка

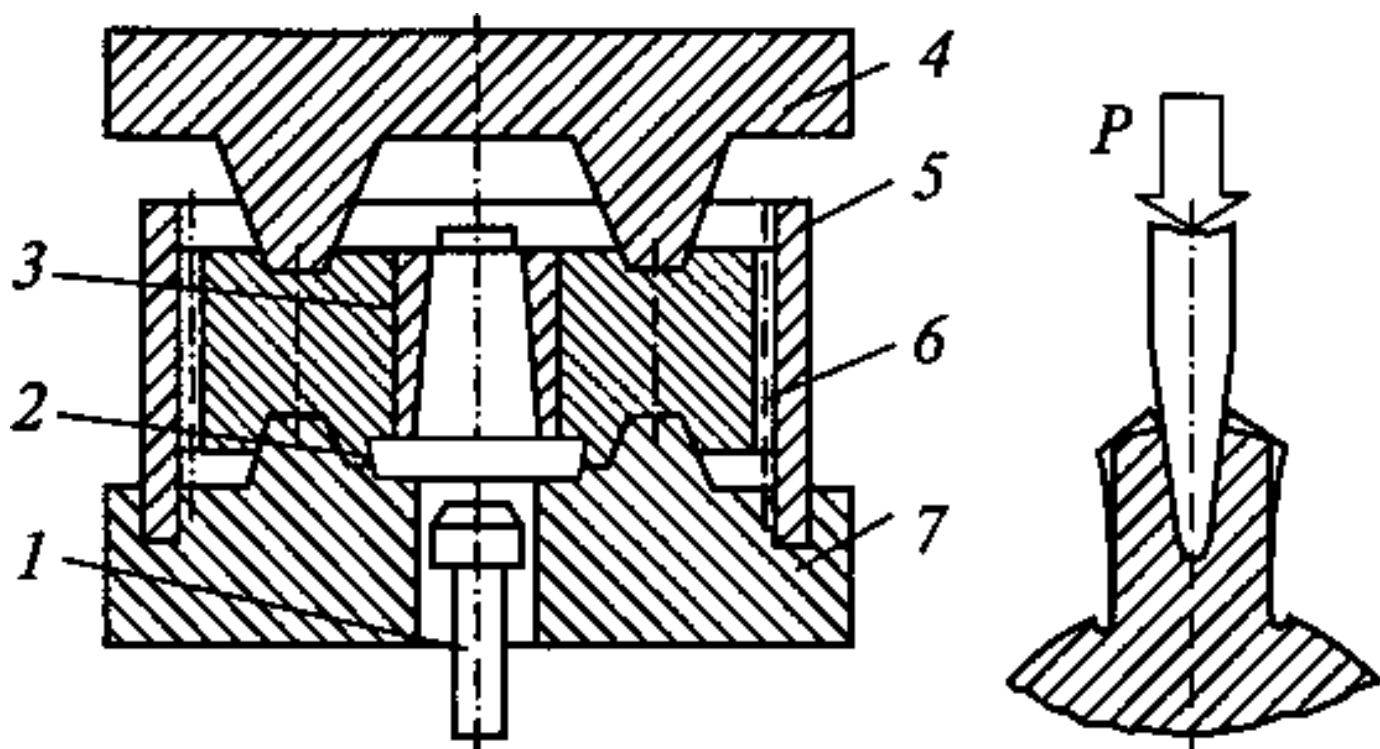


stroy-technics.ru

Схема приспособления для осадки втулки:
а — при износе внутренней поверхности; б — при износе
наружной поверхности



Пластическое деформирование осадкой: а — принци-
пиальная схема; б — осадка давлением втулки верхней
головки шатуна; 1,4 — оправки; 2 — втулка; 3 — шатун



Пластическое деформирование вдавливанием:

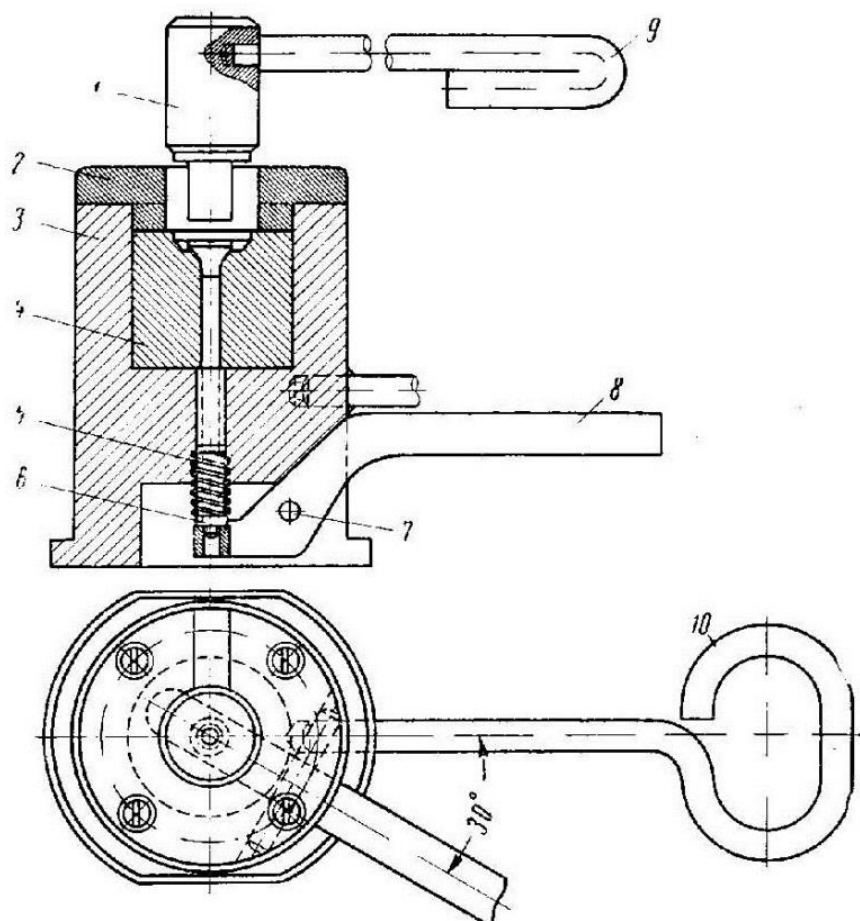
Восстановление зубчатых колес: 1 — выталкиватель; 2 — центрирующий конус; 3 — разрезная коническая пружинящая втулка; 4 — пуансон; 5 — ограничительное кольцо; 6 — зубчатое колесо; 7 — матрица.

Восстановление изношенной части шлица.

Данный способ применяют для восстановления толкателей, полуосей, втулок, клапанов, шестерен, клапанов и др.

Восстановление шестерен осадкой зубьев на специальных зубопрокатных станах с тактом менее 60 сек.

Вдавливание (осадка) может быть применено для восстановления головок клапанов. Нагретую головку клапана обрабатывают в закрытом штампе под молотом, а затем охлаждают на воздухе и в горячем песке.

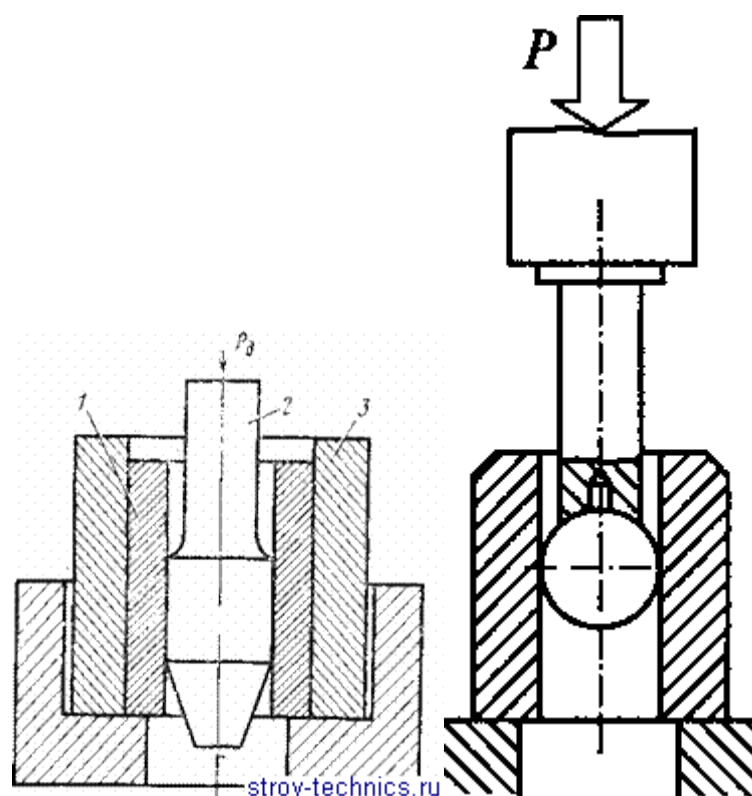


Закрытый штамп для осадки клапанов:

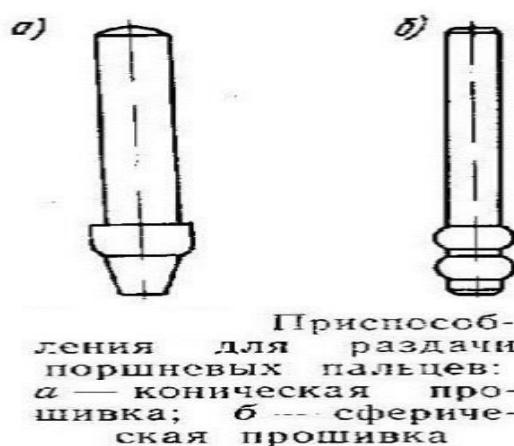
1 — пуансон; 2 — направляющее кольцо; 3 — корпус штампа; 4 — матрица; 5 — пружина выталкивателя; 6 — упор выталкивателя; 7 — ось выталкивателя; 8 — рычаг выталкивателя; 9 — рукоятка пуансона; 10 — рукоятка штампа

II. Раздача

Применяется для увеличения наружных диаметров деталей типа втулок.

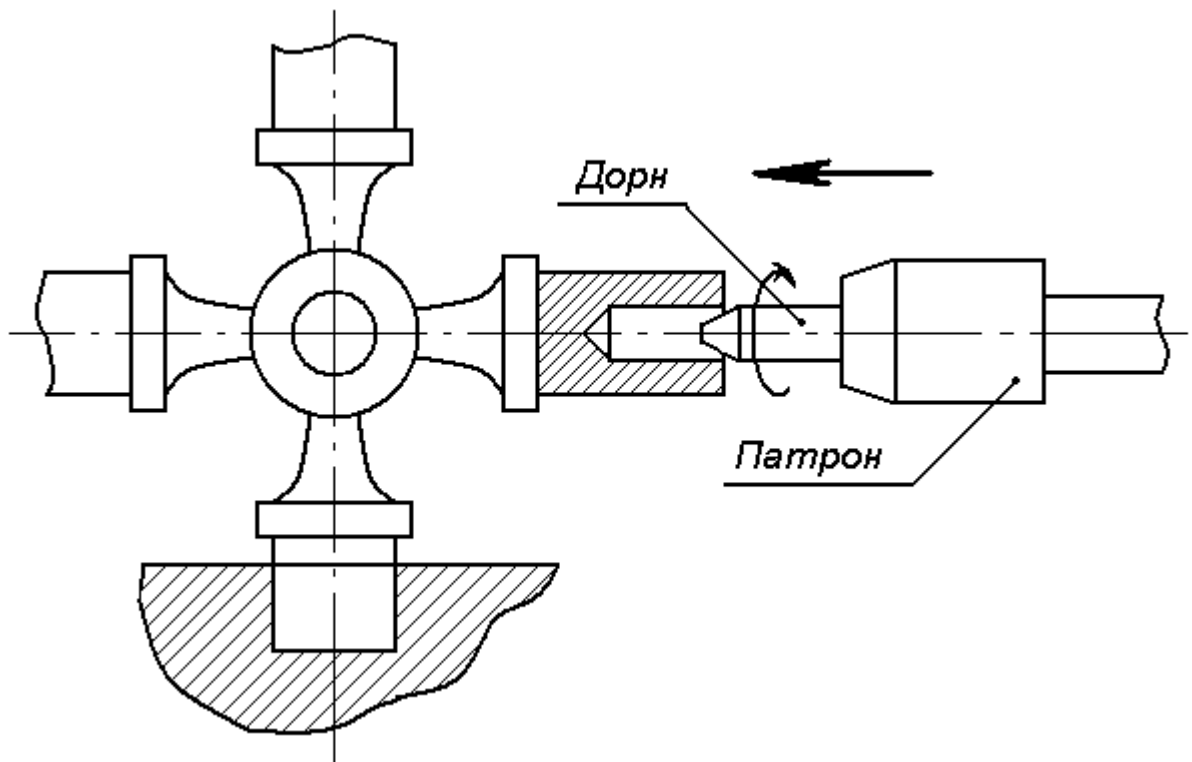


Пластическое деформирование раздачей:
 Объемная раздача шариком; объемная раздача дорном
 Штамп для раздачи поршневых пальцев
 Натяг дорна во втулке – 0,1...0,2 мм.



Трудности: при изготовлении пальца внутренний диаметр обрабатывается грубо, поэтому....

Крестовина карданного вала.



Диаметр дорна, необходимый для раздачи шипа

$$d = \sqrt{(D_p^2 - D_0^2) \cdot k + d_0^2}$$

$D_p = D_H + 2 \cdot z_{\min}$ - расчетный диаметр шипа крестовины после раздачи;

D_0 - наружный изношенный диаметр шипа крестовины перед раздачей.

1. Гидротермическая (термопластическая) раздача.

Гидротермическая раздача поршневых пальцев позволяет обеспечить их ресурс на уровне новых и восстанавливать одни и те же пальцы до 4...5 раз. **Поршневой палец устанавливают в индуктор и нагревают ТВЧ до температуры 780...830°C в течение 20...25 с. Затем с помощью спрейера через внутреннюю полость пропускают холодную проточную воду под давлением 0,4...0,5 МПа в течение 14... 16 с. В**

результате возникающих в металле растягивающих напряжений наружный диаметр увеличивается до 0,2 мм. Последующая механическая обработка пальцев под чертежный размер.

– **восстановление гильз цилиндров этим же способом**

Термопластическое деформирование применяют для восстановления гильз цилиндров, поршней и поршневых пальцев. Сущность термопластической раздачи заключается в том, что заготовку нагревают снаружи до температуры выше $A_{с3}$ по диаграмме состояния Fe- C и охлаждают изнутри потоком жидкости. Внутренние кольцевые слои материала, охлаждаясь, стремятся уменьшиться в диаметре, но им препятствуют нагретые наружные слои, поэтому внутренние слои пластически растягиваются и увеличиваются в диаметре, по сравнению с первоначальным диаметром в холодном состоянии. При дальнейшем охлаждении внутренние слои утрачивают пластичность и превращаются в жесткую «оправку», которая препятствует уменьшению диаметра наружных слоев.

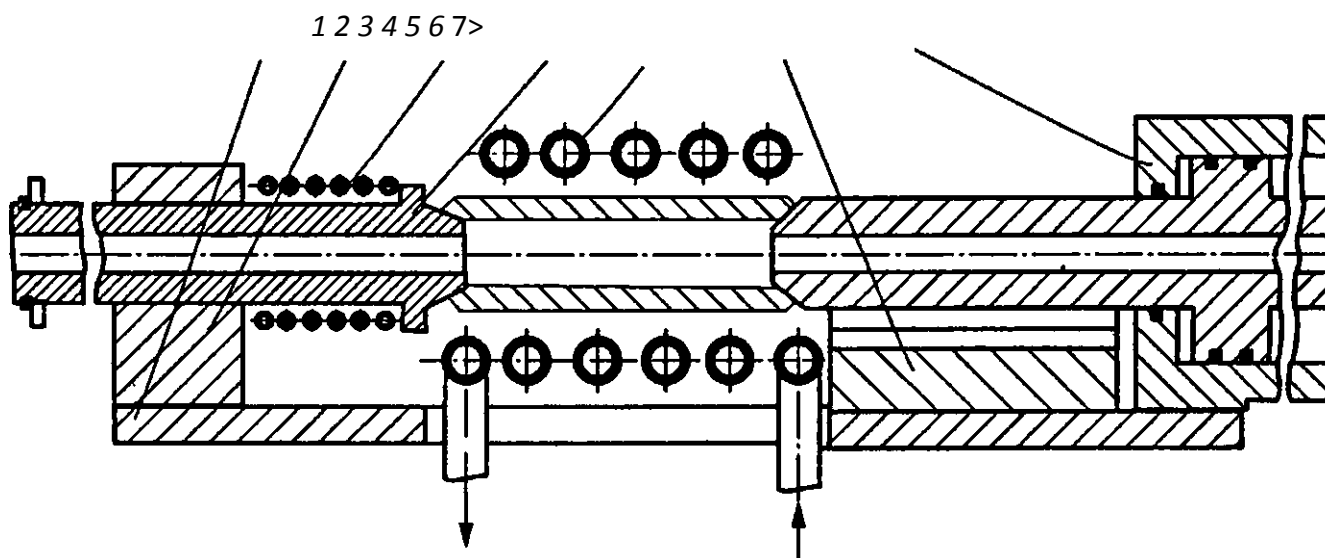


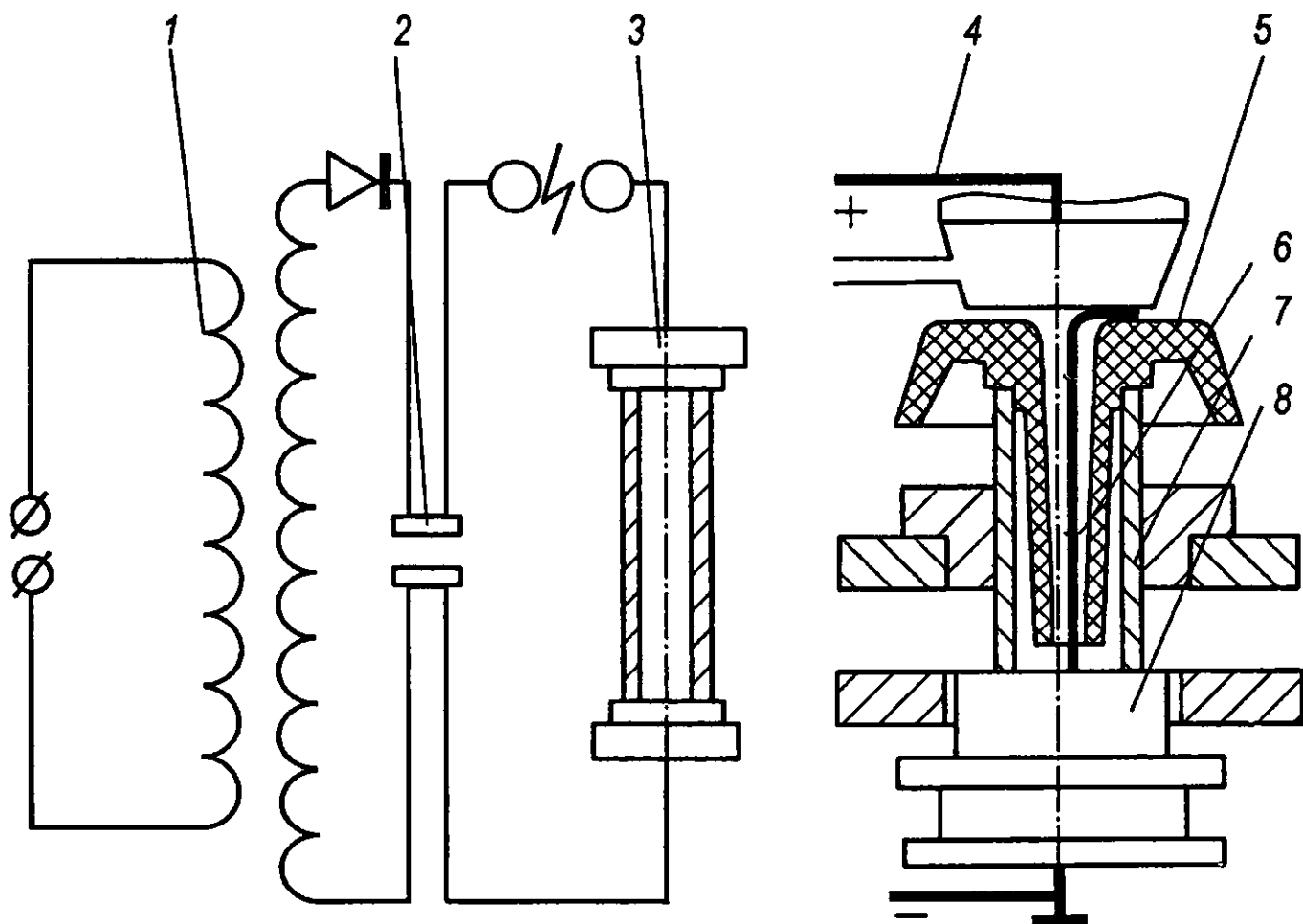
Рис. 3.7. Схема станка для термопластической раздачи поршневых пальцев: 1 - плита; 2 - кронштейн; 3 - пружина; 4 - шток полый; 5 - индуктор; 6 - призма направляющая; 7 - пневмоцилиндр

Электрогидравлическая раздача

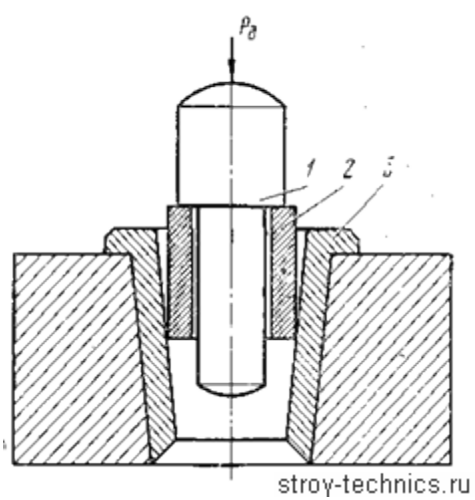
Сущность процесса заключается в инициировании в жидкости, заполняющей внутреннюю полость заготовки, электрического разряда, создающего большое гидравлическое давление, которое, в свою очередь, вызывает пластическое деформирование материала заготовки (эффект Юткина) и обеспечивает припуск на обработку резанием абразивным инструментом.

Палец помещают в жидкость, внутрь вводят разрядник, пропускают электрический разряд. $U=40\text{В}$. Происходит электрогидравлический удар и увеличение наружного диаметра пальца.

Устройство для электрогидравлической раздачи включает следующие основные части: источник 7, накопитель энергии 2 и технологический узел 3 с положительным 4 и отрицательным 8 электродами, между которыми установлена заготовка 7 с проводником 6 и пластмассовым патроном 5. Внутреннюю полость заготовки заполняют водой. Напряжение разряда контура составляет 37 кВ, емкость батареи конденсаторов - 6 мкФ. Взрывной патрон изготовлен из полиэтилена марки ПЭВ-500, а инициирующий проводник - из алюминиевой проволоки диаметром 0,7 мм. При указанных режимах раздачи наблюдается пластическое увеличение диаметра поршневых пальцев, выполненных из стали 15Х, на 0,12 мм, а деталей из стали 45 – на 0,2 мм.



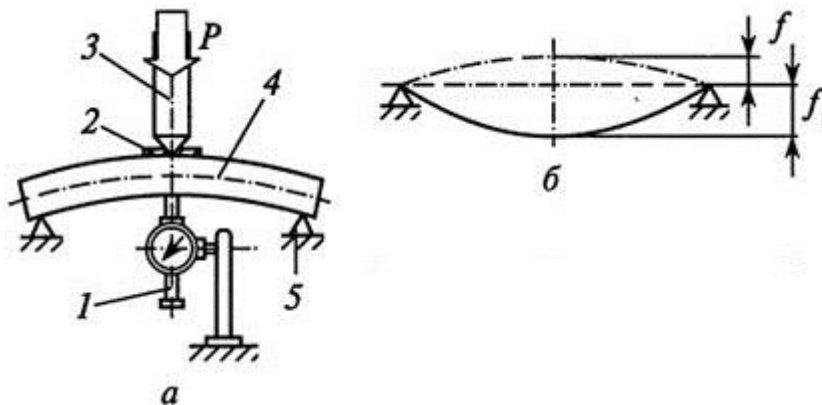
Обжатие



Штамп для обжатия втулок

Правка

Правка применяется для устранения изгиба, скручивания, коробления деталей. Большинство деталей правят в холодном состоянии при помощи пресса. Правкой ремонтируют валы, кронштейны, полуоси, шатуны, штанги, тяги, раму автомобиля и др.



Схемы правки вала: а — монтажная; б — расчетная: 1 — индикатор; 2 — прокладка; 3 — нажимной шток; 4 — вал; 5 — опоры.

1. **Холодная правка** — без нагрева детали. Стрела прогиба при правке должна быть в 10 раз больше величины прогиба.

Недостаток — остаточные внутренние напряжения. Для получения устойчивого результата необходим высокий отпуск для снятия внутренних напряжений.

Правка снижает предел выносливости на 10%, поэтому нужна последующая термообработка.

2. **Горячая правка** — применяется при больших искривлениях. Температура нагрева — $0,8 t_{\text{плавл}}$. Правят прессом и обязательно проводят последующую термообработку.
3. **Правка местным поверхностным наклепом** — применяется при небольших искривлениях $\sim 0,1$ мм.

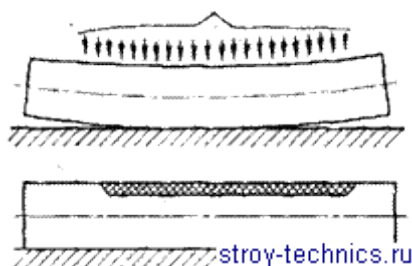


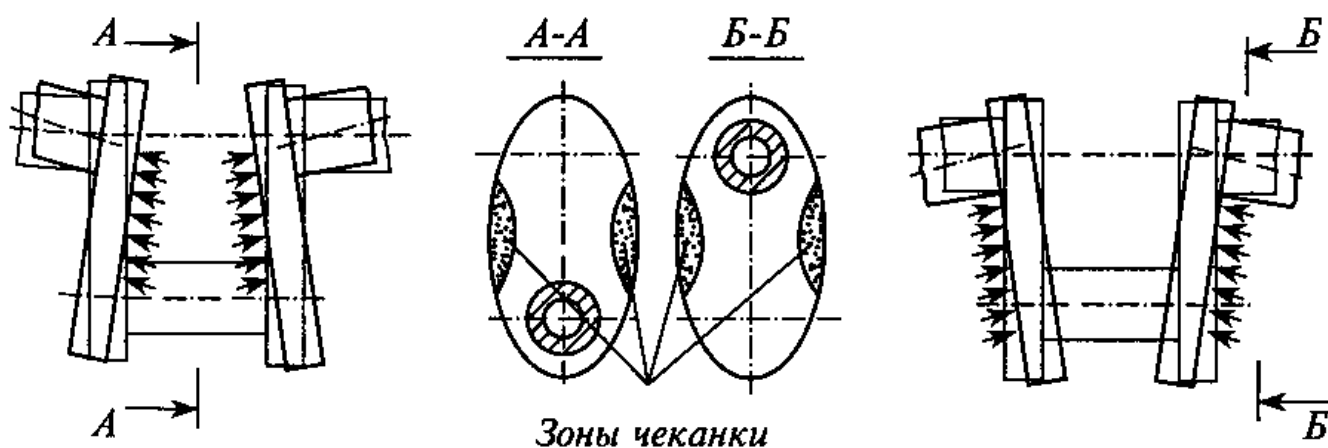
Схема правки местным поверхностным наклепом.

Правка наклепом (чеканкой) не имеет недостатков, присущих правке давлением. Она обладает простотой и небольшой трудоемкостью. При правильной чеканке достигаются:

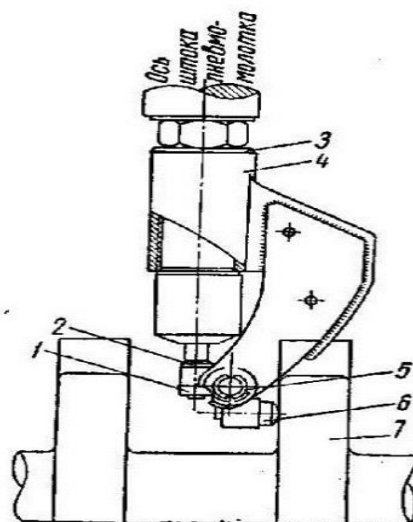
высокое качество правки детали, которое определяется стабильностью ее во времени; высокая точность правки (до 0,02 мм); отсутствие снижения усталостной прочности детали.

В качестве инструмента для чеканки применяются пневматические или ручные молотки. От наносимых ударов в поверхностном слое детали возникают местные напряжения сжатия, которые вызывают устойчивую деформацию детали.

Эффективна для правки коленчатого вала наклепом по щёкам.

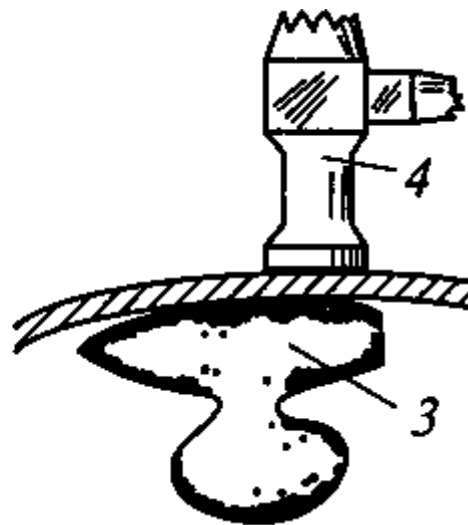
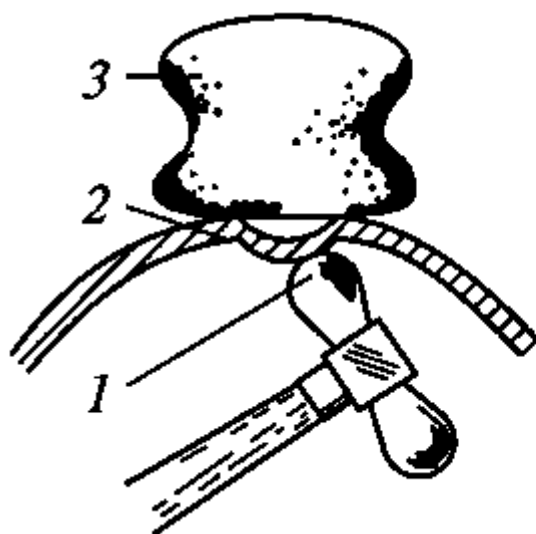


Правка коленчатого вала наклепом (чеканкой)



Приспособление к пневматическому молотку для правки коленчатых валов:

1 — коромысло; 2 — наковальня; 3 — шайба; 4 — корпус; 5 — шайба; 6 — боек; 7 — наклепываемая щека



Выколотка и рихтовка вмятин: а — выколотка; б — рихтовка; 1 — выколотка; 2 — вмятина; 3 — поддержка; 4 — рихтовальный молоток

В обычной ситуации вмятину можно устранить с помощью рихтовочного молотка: **по деформированному участку наносят легкие пружинящие удары, перемещаясь по спирали от края вмятины к ее середине.** В результате правильно проведенной рихтовки дополнительные напряжения, вызванные деформацией поверхности, устраняются и восстанавливается стабильная первоначальная форма кузова.

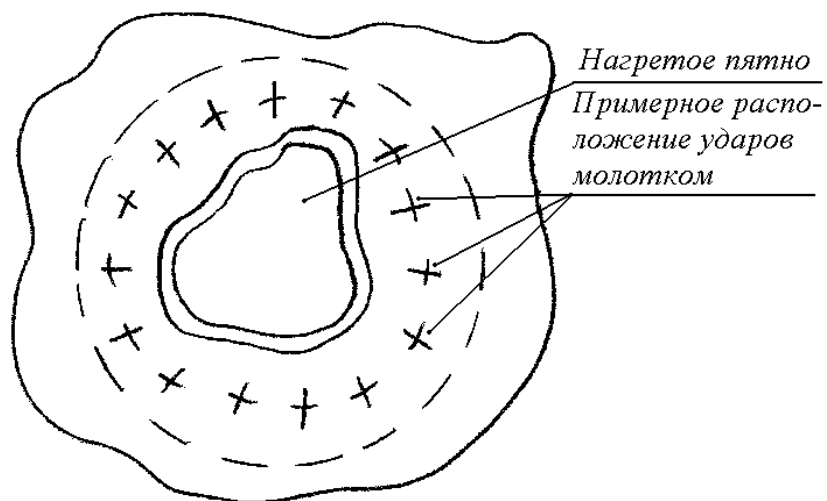
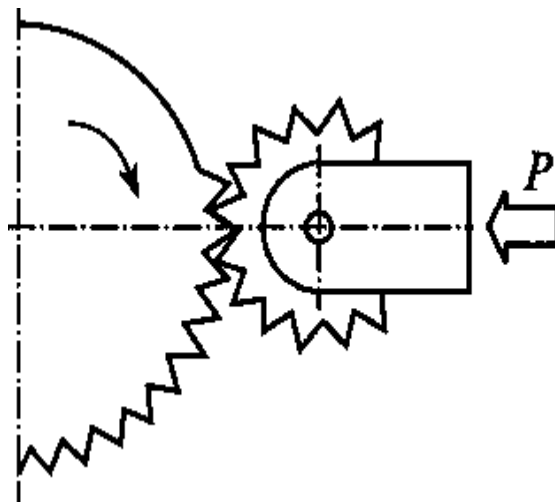


Схема правки вмятины в нагретом состоянии.

Накатка

– восстановление посадочных мест изношенных поверхностей деталей: валы, поворотные кулаки, гильзы цилиндров, толкатели и др. Износ поверхности - не более 0,2 мм.

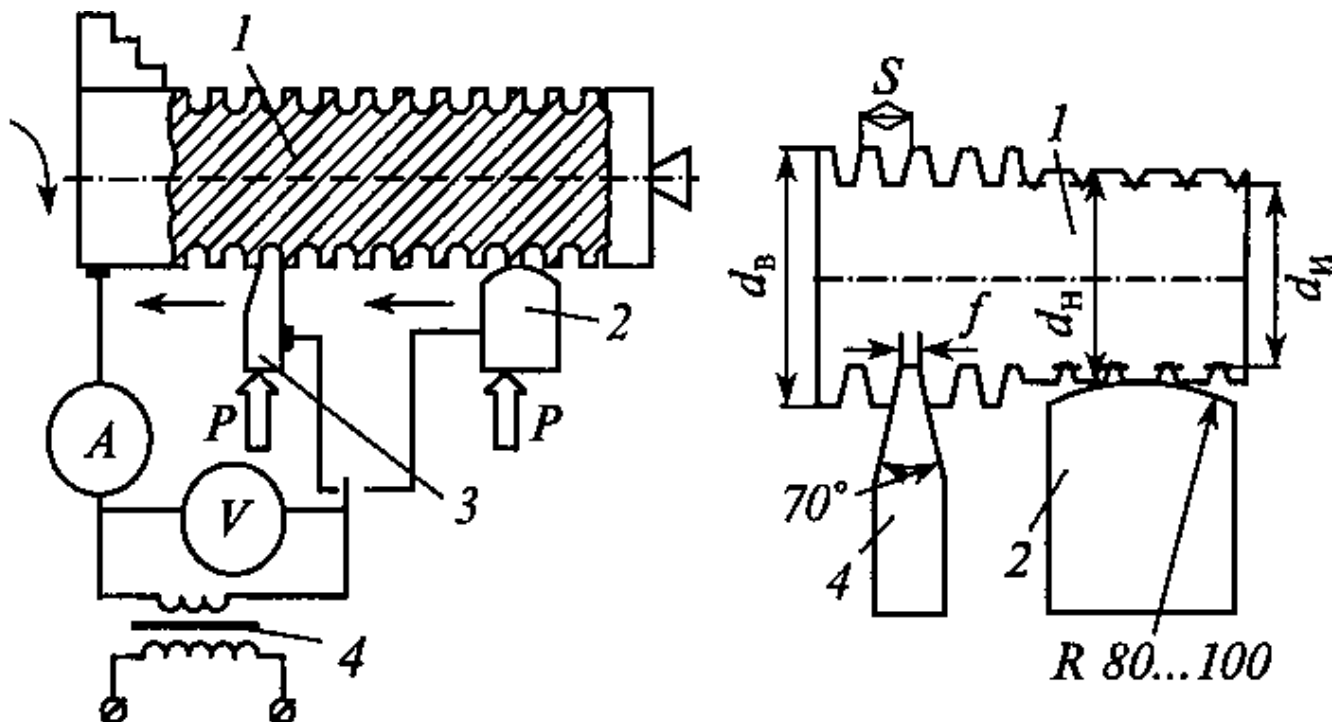


Принципиальная схема пластического деформирования накаткой

Электромеханическая высадка деталей

- предназначена для восстановления поверхностей деталей неподвижных сопряжений и состоит в **нагреве металла электрическим током в зоне деформации, что способствует повышению пластических свойств металла.**

Процесс состоит из двух операций: высадки металла и сглаживания выступов до необходимого размера.



Пластическое деформирование с электромеханической обработкой: высадка и сглаживание.

1 — деталь; 2 — сглаживающая пластина; 3 — высаживающая пластина; 4 — понижающий трансформатор