

Обработка деталей машин методами поверхностного пластического деформирования(ППД)

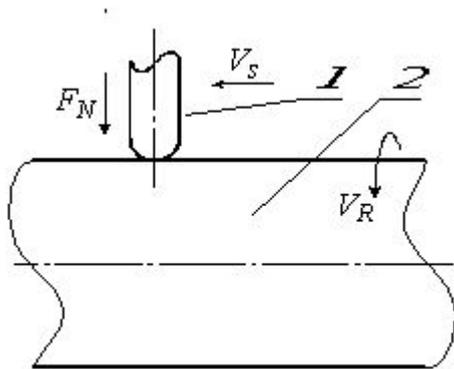


Схема ППД(выглаживание)
Скольжение деформирующего
элемента-1 по поверхности
детали-2.

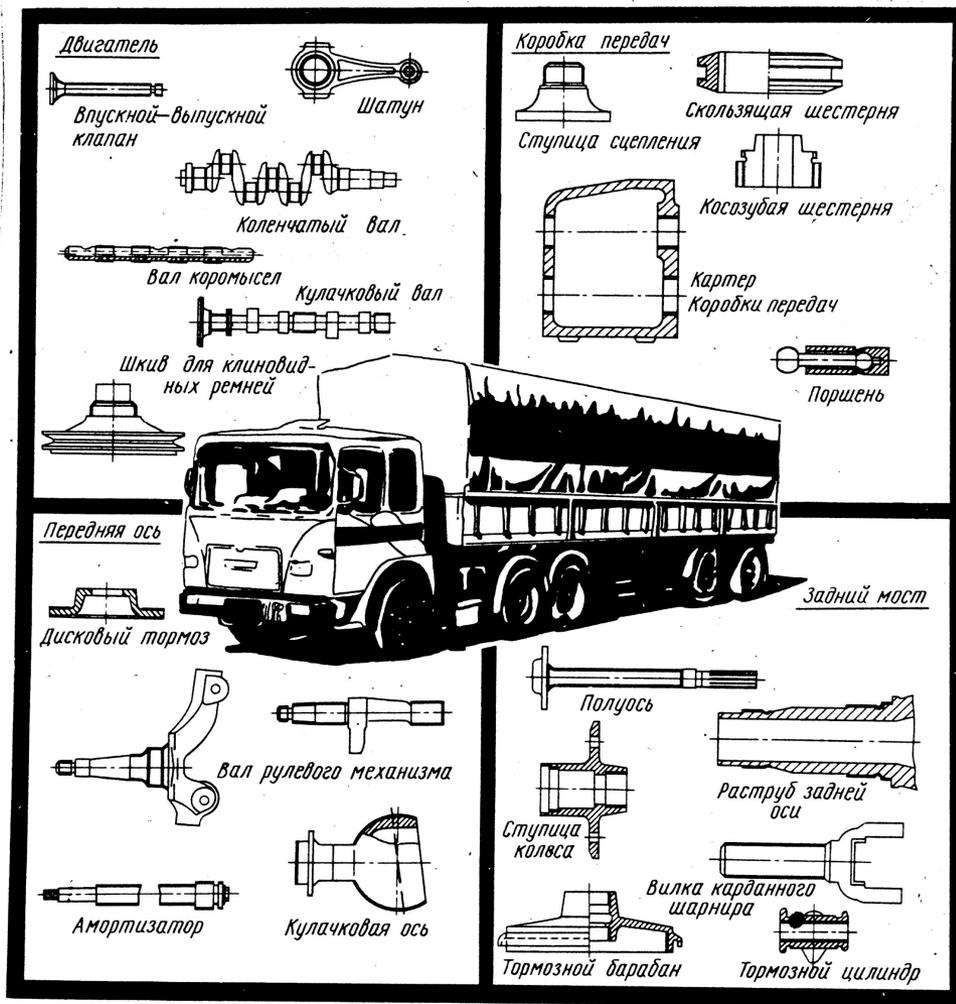
Метод поверхностного пластического деформирования (ППД) заключается в том, что под действием инструмента, прижимаемого с заданной силой к обрабатываемой поверхности происходит пластическое деформирование поверхностного слоя. При перемещении инструмента этот процесс охватывает всю поверхность.

В результате ППД упрочняется поверхностный слой детали, повышается твердость, износостойкость и усталостная прочность

Параметры режима: Усилие прижима, скорость вращения, подача

Номенклатура деталей автомобиля, упрочняемых методами ППД

Методы ППД широко используются в автомобильной промышленности. На рисунке приведены примеры деталей, упрочняемых с помощью методов ППД



КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ППД

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ППД

Статические

Обкатывание
Раскатывание
Выглаживание
Поверхностное дорнирование

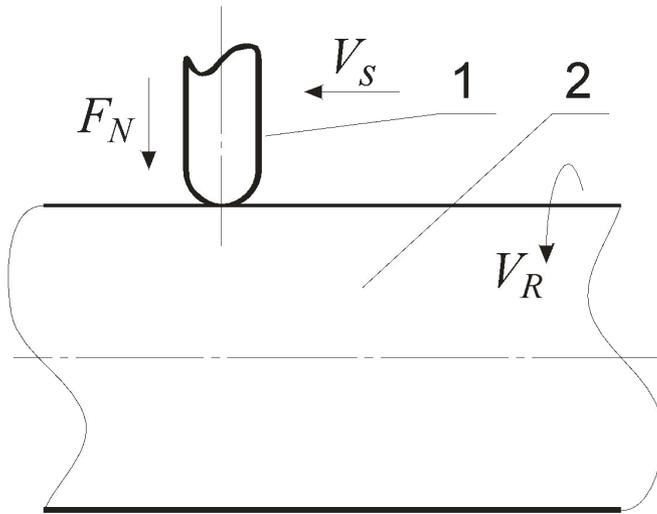
Ультразвуковая обработка
выглаживание, чеканка,
дробеструйная обработка

Ударные (Динамические)

Упрочняющая чеканка
Ударное раскатывание
Вибрационная обработка
- Вибрационное выглаживание
- Вибрационное накатывание
Дробеструйная обработка

СТАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ППД

Выглаживание



Параметры режима:

F_N - усилие прижима,

V_R - скорость
вращательного движения

V_s - скорость
поступательного движения
(скорость подачи).

Скольжение деформирующего элемента 1 (полусферы, полуцилиндра) по поверхности детали.

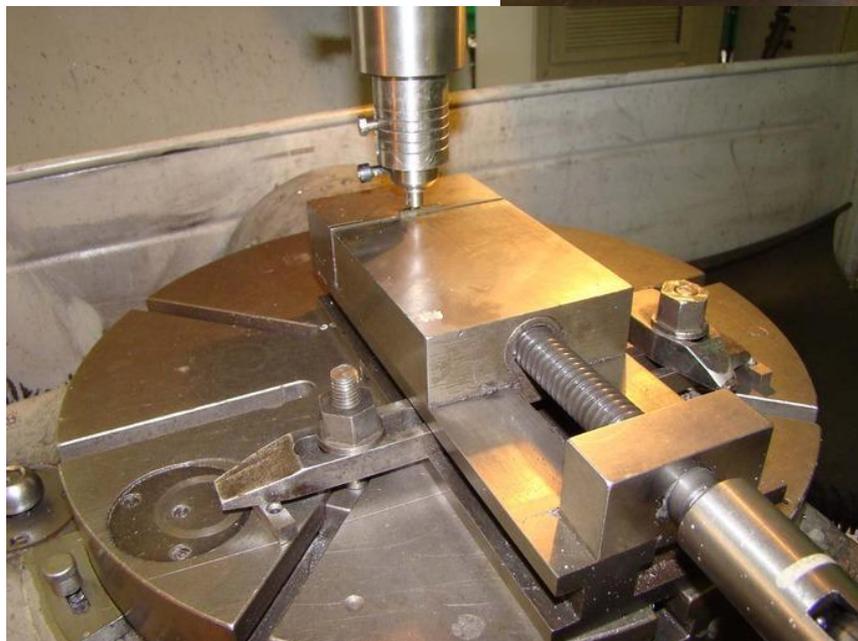
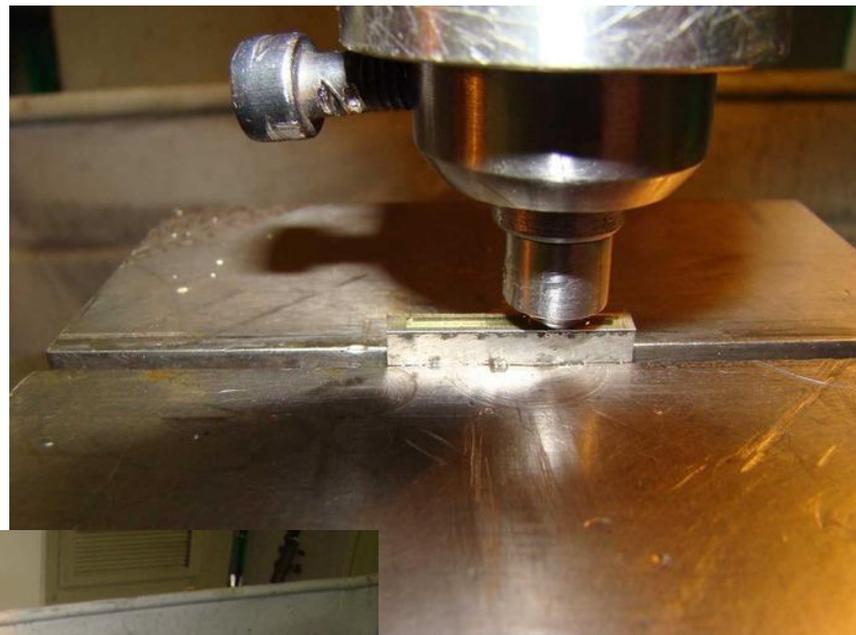
Алмазное выглаживание - обработка осуществляется алмазным инструментом. (См. следующий слайд)

Назначение: обработка тел вращения и плоских поверхностей с $HRC \leq 70$
Единич. и серийное производство.

АЛМАЗНОЕ ВЫГЛАЖИВАНИЕ



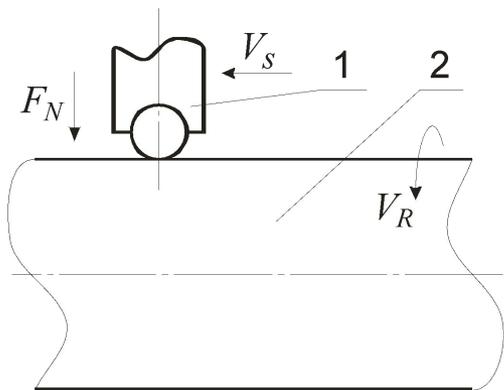
Алмазный
инструмент



Скольжение
деформирующего
элемента - алмаза
по поверхности
детали.

СТАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ППД

Обкатывание (раскатывание)



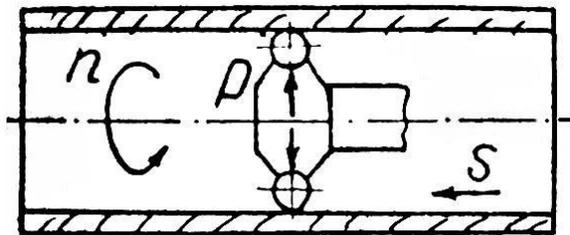
Обкатывание - качение деформирующего инструмента (шарика или ролика в обкатнике) по внешней поверхности детали.

Раскатывание - обработка внутренней цилиндрической поверхности;

Заготовки : валы, втулки, плоские поверхности с $HRC \leq 55$

Универсальное и специальное оборудование.

Серийное и массовое производство.



Параметры режима

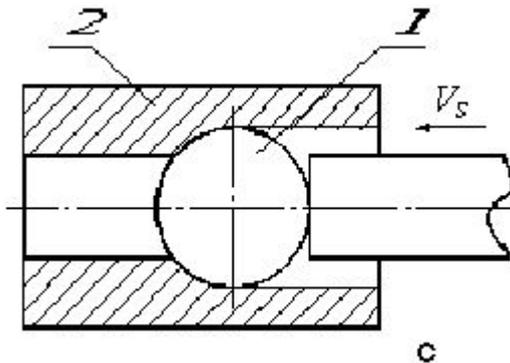
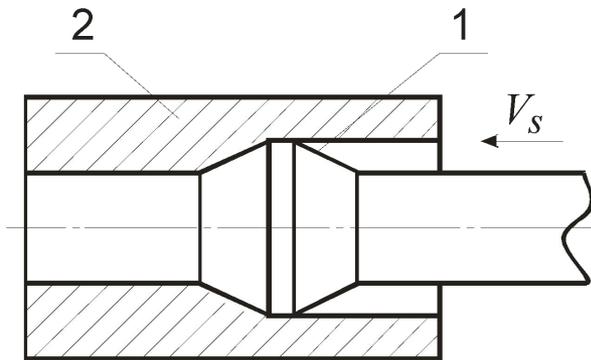
(аналогично выглаживанию):

F_N - усилие прижима;

V_R, V_S - скорости вращательного и поступательного движений.

СТАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ППД

Калибровка отверстий, дорнование



Поступательное движение инструмента 1 (шарика, дорна) с натягом через обрабатываемое отверстие в детали 2.

Обработка внутренней цилиндрической поверхности деталей типа втулок и труб с целью их упрочнения ($HRC \leq 40$)

Спец. протяжное или прессовое оборудование

Серийное и масс. производство

Параметры режима:

V_s - скорость подачи

Диаметр инструмента рассчитывают специально для обеспечения заданного натяга

ДИНАМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ППД

Вибрационное обкатывание (выглаживание)

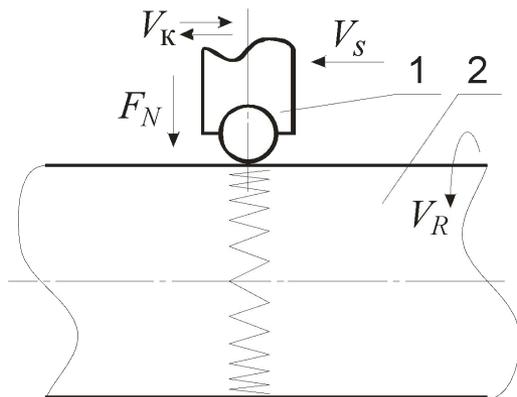


Схема вибрационного обкатывания

Отличается от обычного обкатывания или выглаживания тем, что инструменту(1) дополнительно сообщаются вибрации в плоскости касательной к поверхности обрабатываемого изделия(2).

Особенности метода: Возможно нанесение регулярного микрорельефа.
Единич. и серийное пр-во.

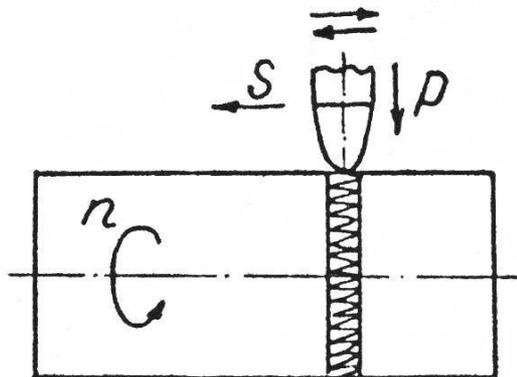


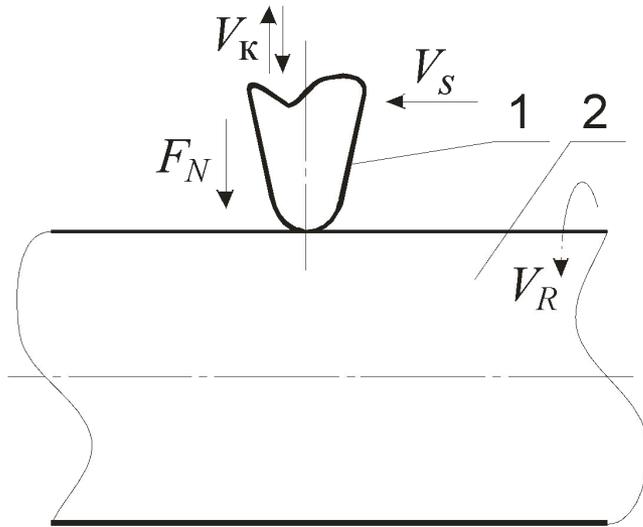
Схема вибрационного выглаживания

Параметры режима

Дополнительно появляется
 V_k – скорость вибраций

ДИНАМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ППД

Упрочняющая чеканка



Деформирование обрабатываемой поверхности при возвратно-поступательном низкочастотном движении инструмента нормально к поверхности обрабатываемого изделия.

Частота, частота колебаний $f = 10 \dots 50$ Гц

Дополнительный параметр режима:

Амплитуда колебательных смещений или колебательной скорости $-V_k$.

Упрочнение на глубину 30-40 мкм,

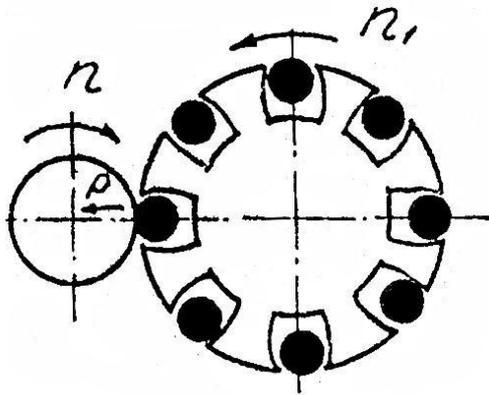
R_a – увеличивается.

Обработка плоских тел и тел вращения.

Ед., серийное и масс. производство

ДИНАМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ППД

Центробежная обработка

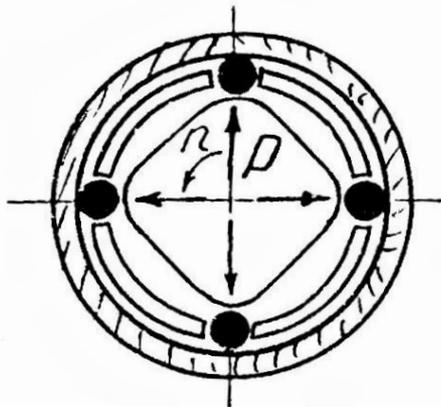


Обработка: {

- плоских поверхностей
- тел вращения

$HRC \leq 50$ с целью поверхностного упрочнения.
Серийное и массовое производство

Ударное раскатывание



Обработка внутренней поверхности втулок и труб с $HRC \leq 50$.

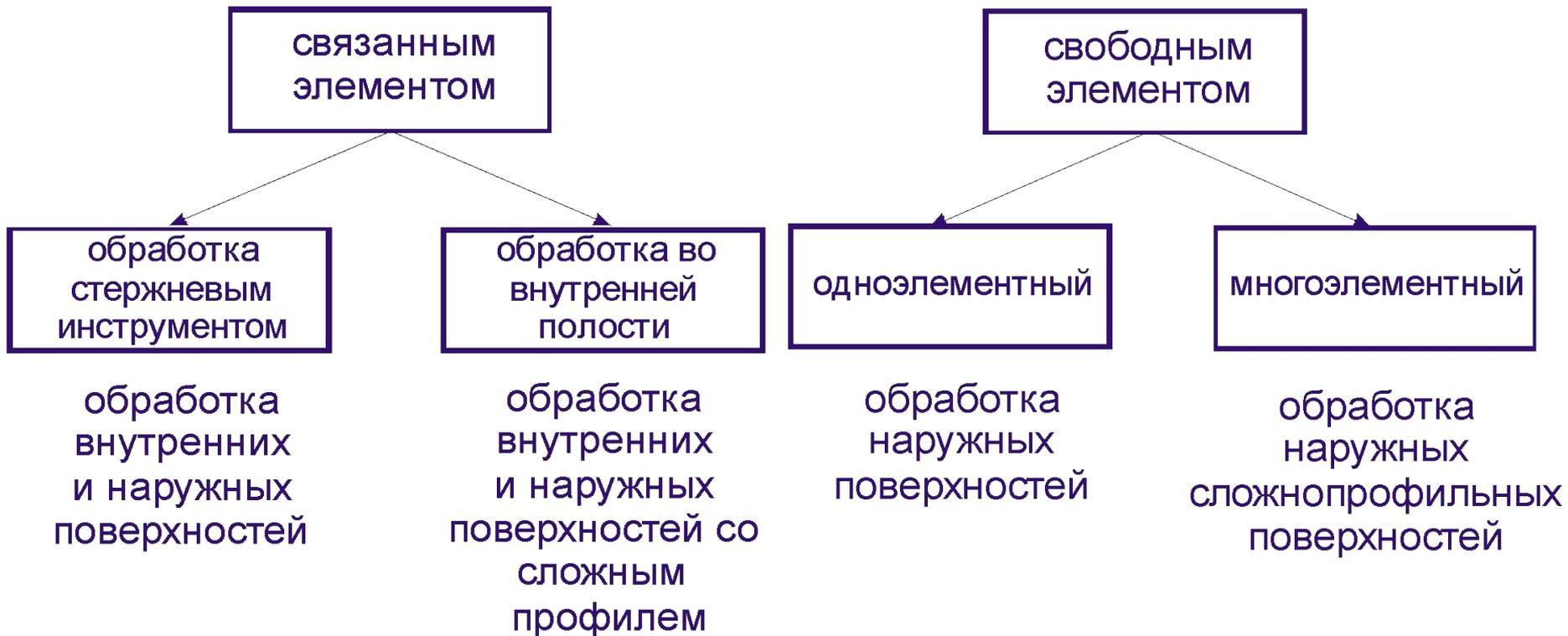
Ролики получают энергию для ударов от граней опоры.

Цель – упрочнение поверхностного слоя.

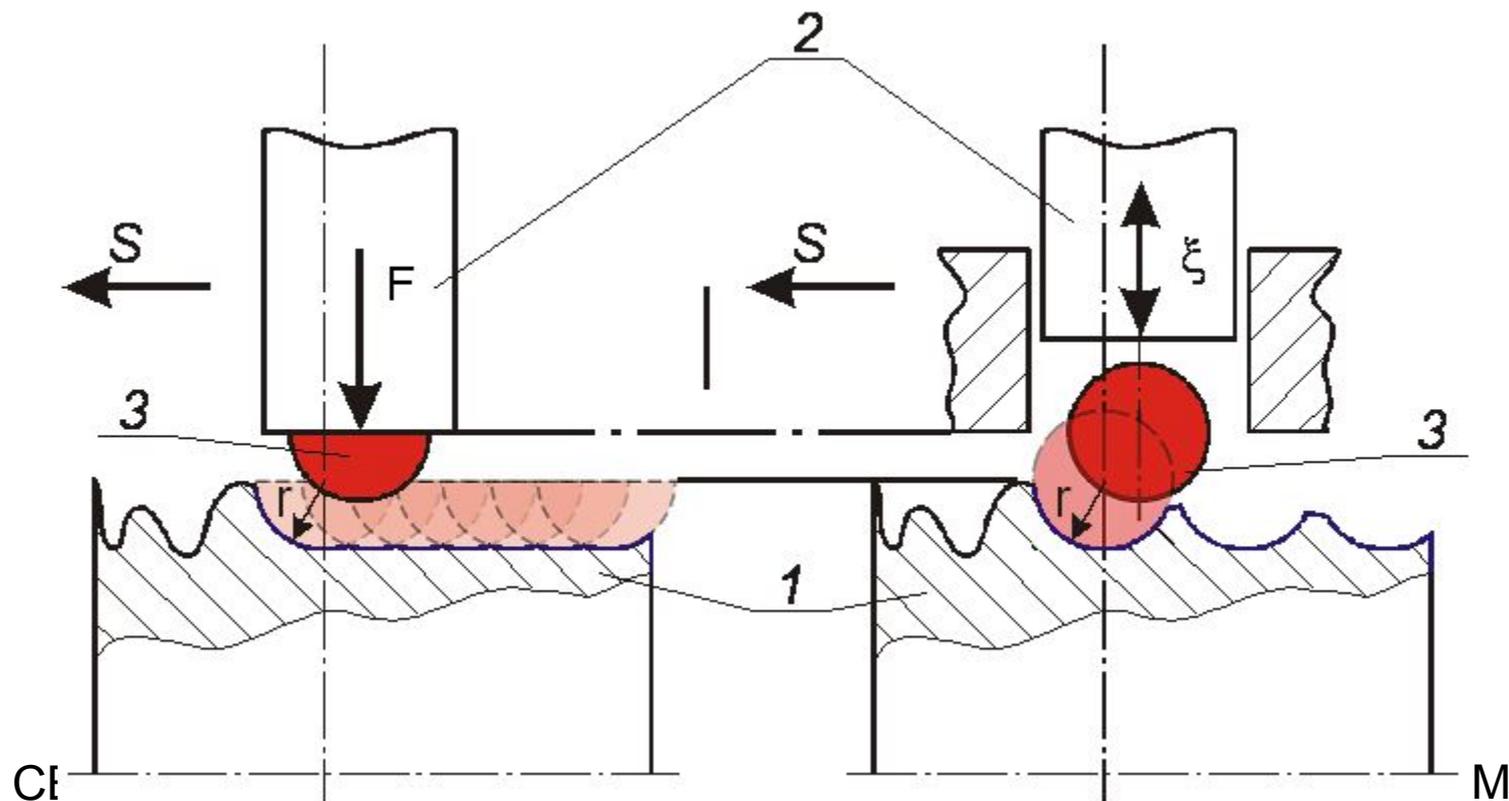
Серийное и массовое производство

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ МЕТОДЫ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Обработка -



СХЕМЫ УЗ ППД СВЯЗАННЫМ И СВОБОДНЫМ ДЕФОРМИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ



- 1 - обрабатываемая деталь;
- 2 - ультразвуковая колебательная система;
- 3 - деформирующий элемент

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ПОВЕРХНОСТНОЕ ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ



Ультразвуковая упрочняющая обработка внешней поверхности тел вращения на токарном станке

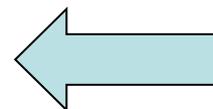
Параметры режима $F_N = 140 \dots 250$ Н, $A_m = 10 \dots 15$ мкм.

Характеристики обработки $R_z = 0,13 \dots 0,2$ мкм $H = 4000 \dots 11000$ МПа

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ПОВЕРХНОСТНОЕ ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ



Ультразвуковая упрочняющая обработка плоской поверхности на фрезерном станке



УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ИНСТРУМЕНТ

Ультразвуковой инструмент для обработки внешней поверхности на токарн



Ультразвуковой инструмент для обработки внутренней поверхности тел вращения на токарном станке с минимальным диаметром 60 мм и максимальной глубиной прохода 240 мм

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ПОВЕРХНОСТНОЕ ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ

Сталь 40X



Дюраль



Бронза

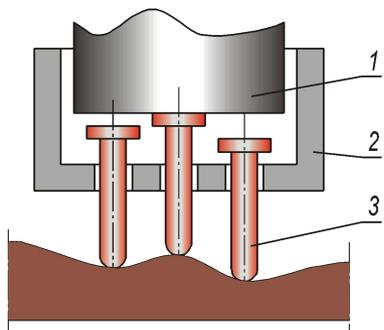


Нержавеющая
сталь



- микротвердость поверхности, в зависимости от исходной и вида обрабатываемого металла, возрастает на 30 - 300%;
- шероховатость снижается с 20 до 0,32 – 0,05 мкм;
- возможность обработки термически обработанных и сырых сталей, чугунов, цветных и нержавеющей металлов и сплавов;
- толщина наклепа до 0,1 мм;
- предел контактной выносливости повышается на 10 - 20%;
- повышается коррозионная устойчивость обработанной поверхности.
- регулярный микрорельеф повышает свойство удержания обработанной поверхностью масел и смазок;

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ППД МНОГОЭЛЕМЕНТНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ СВАРНЫХ ШВОВ



Рабочий узел
многоэлементного инструмента :
1 – волновод; 2 – обойма;
3 – деформирующие элементы

Ультразвуковой технологический комплекс
ШМЕЛЬ 1 для упрочнения сварных швов



Инструмент №1



Инструмент №2

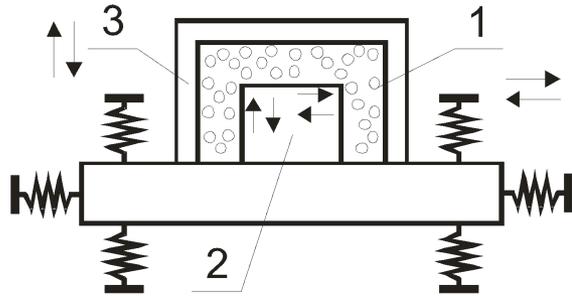


Рабочий момент упрочнения
сварного шва



ДИНАМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ППД

Дробеструйная вибрационная обработка



Ударное пластическое деформирование рабочими телами 1 (дробью) поверхности детали 2 при вибрации детали и окружающей ее оболочки 3.

Назначение: Обработка деталей сложной конфигурации с $HRC \leq 55$. Серийное и массовое производство.

Дробеструйная обработка

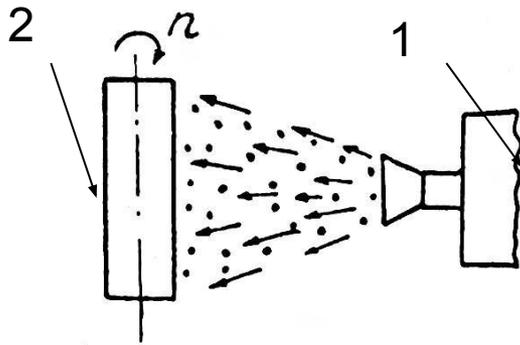


Схема дробеструйной обработки. 1 – дробемет, 2 – обрабатываемое изделие

Источником кинетической энергии рабочего тела может быть струя газа, жидкости или вращающегося ротора. Назначение: обработка поверхностей различной конфигурации с $HRC \leq 55$. Серийное и массовое производство.

Ультразвуковая дробеструйная обработка

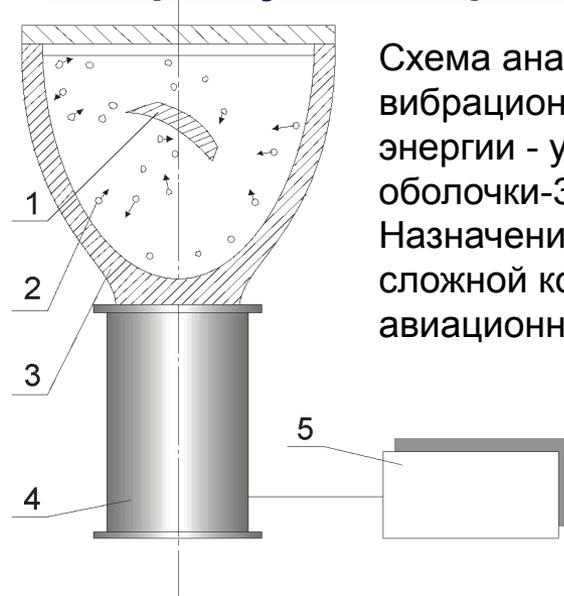


Схема аналогична дробеструйной вибрационной обработке. Источник энергии - ультразвуковые колебания оболочки-3

Назначение: обработка деталей сложной конфигурации (лопатки турбин авиационных двигателей)

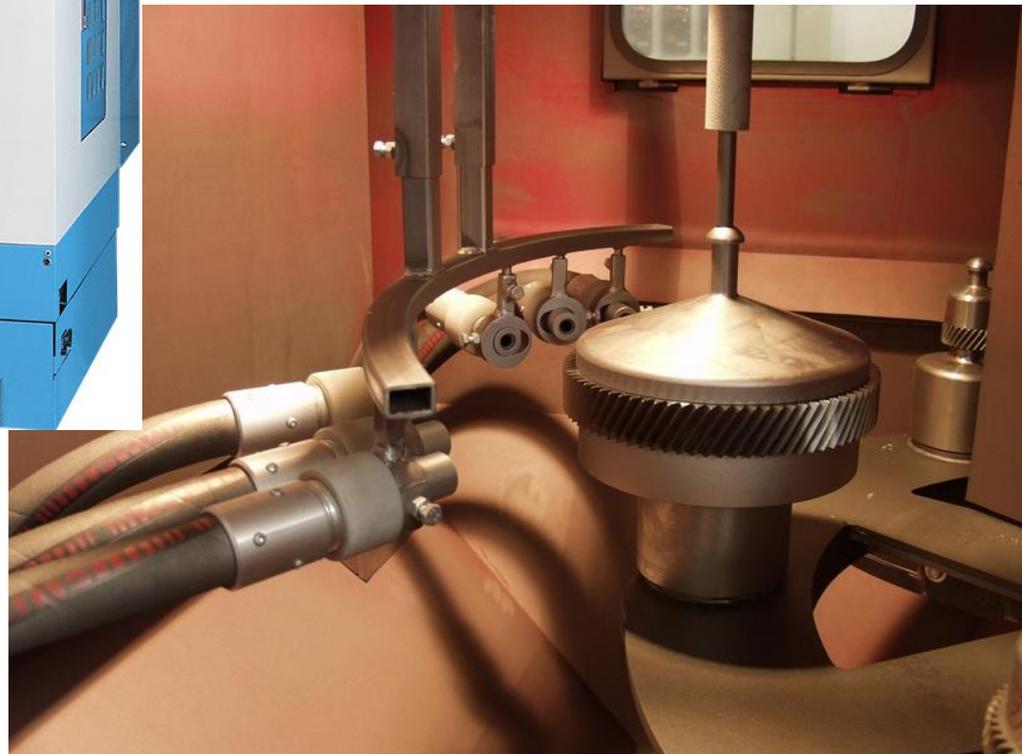
1 – деталь; 2 – деформирующие элементы; 3 – излучатель; 4 – ультразвуковой преобразователь; 5 – генератор

ДРОБЕСТРУЙНАЯ ОБРАБОТКА

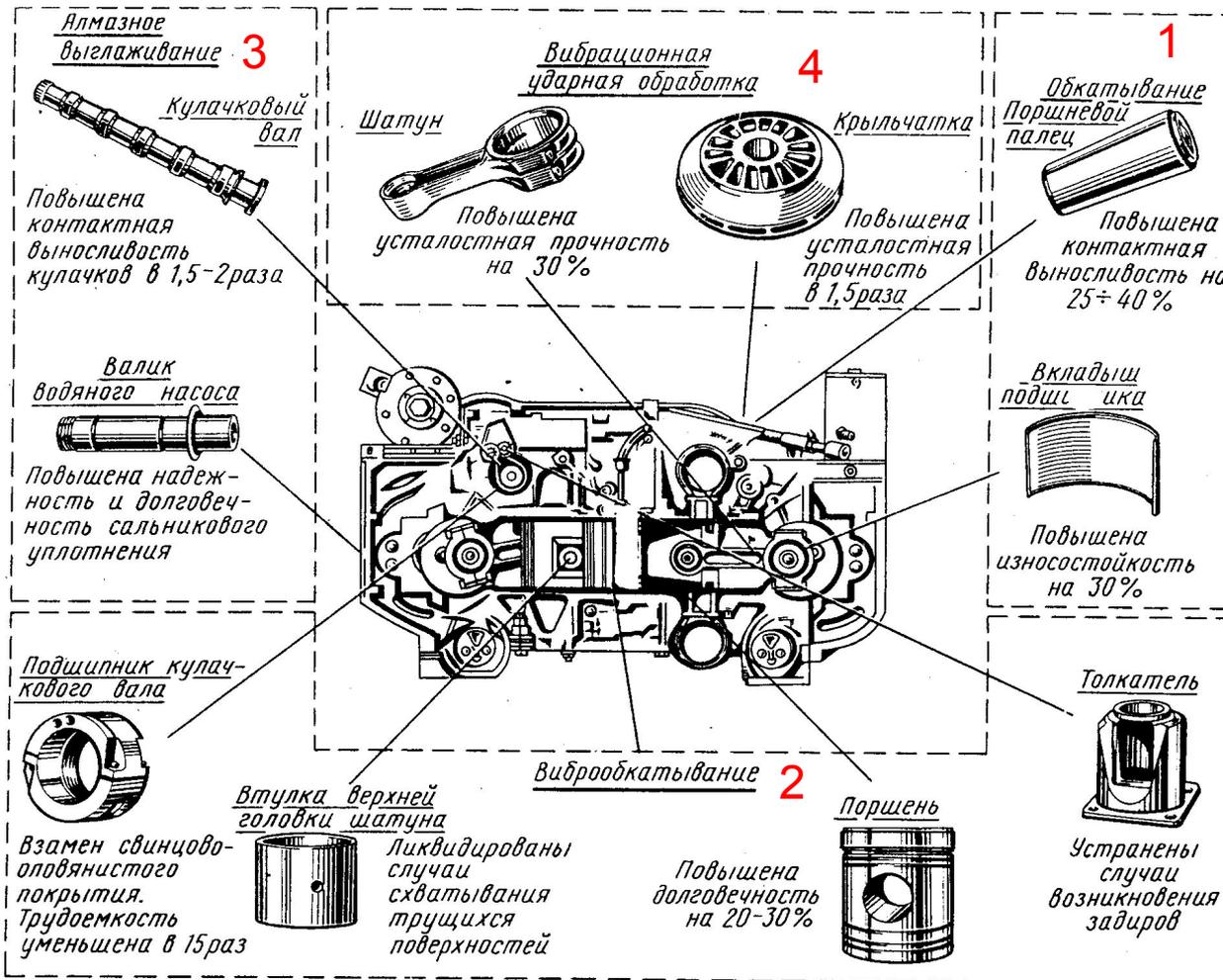


Дробеструйная обработка
зубчатого колеса

Обрабатывающий центр для
дробеструйной обработки



Эффективность применения методов ППД при упрочнении деталей автомобильного двигателя



1. Обкатывание
2. Виброобкатывание
3. Алмазное выглаживание
4. Вибрационная ударная обработка