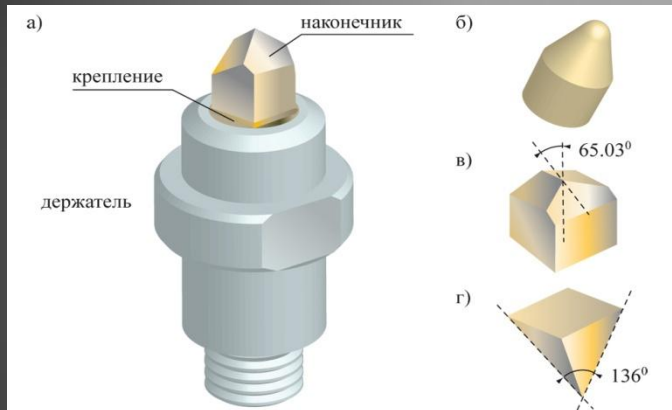


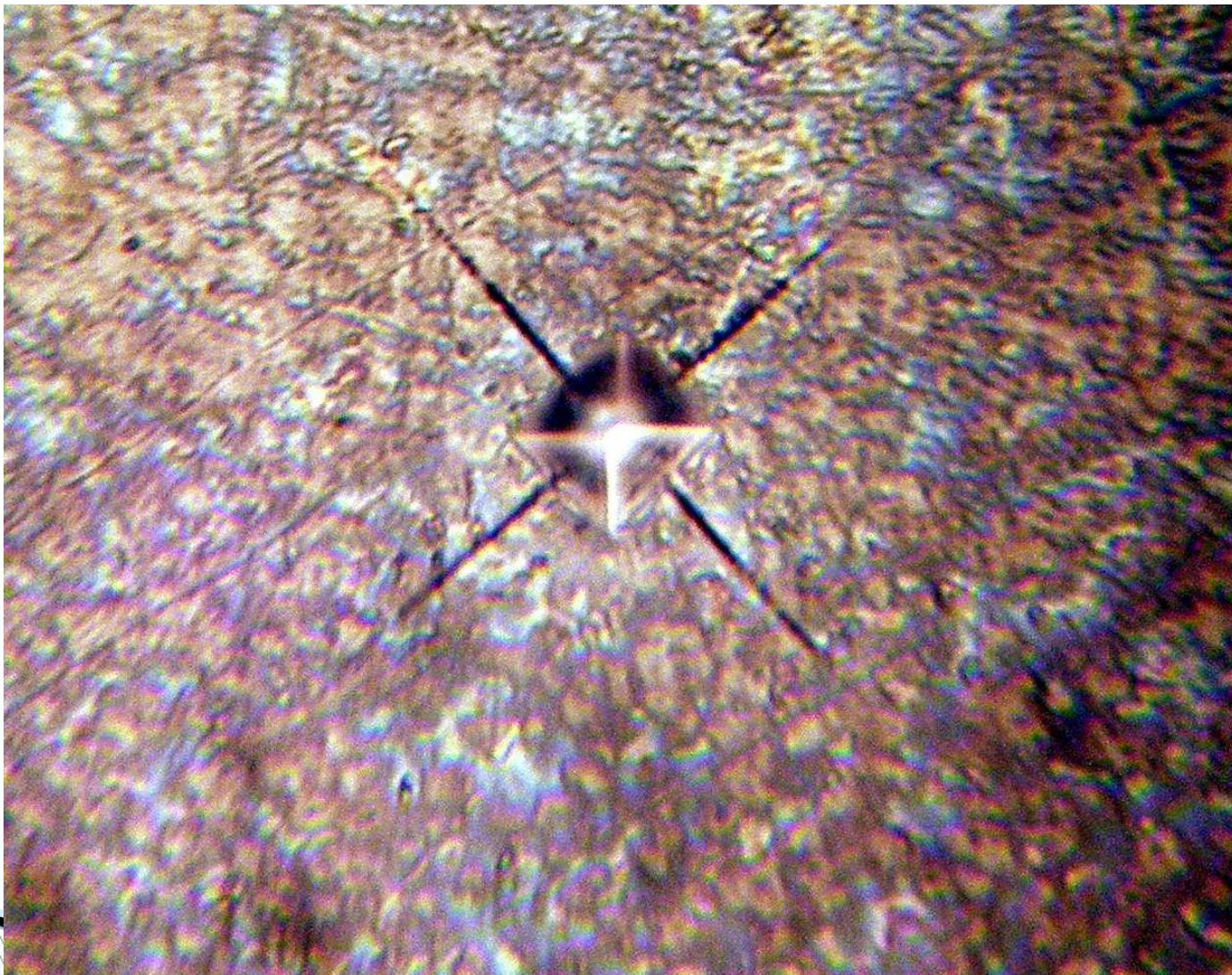
# Методы определения твёрдости

Твёрдость – это свойство поверхностного слоя материала сопротивляться внедрению другого, более твёрдого тела, при его сосредоточенном воздействии на поверхность материала. «Другое, более твёрдое тело» - это индентор (стальной шарик, алмазная пирамида или конус), вдавливаемый в испытываемый металл.

# Виды инденторов

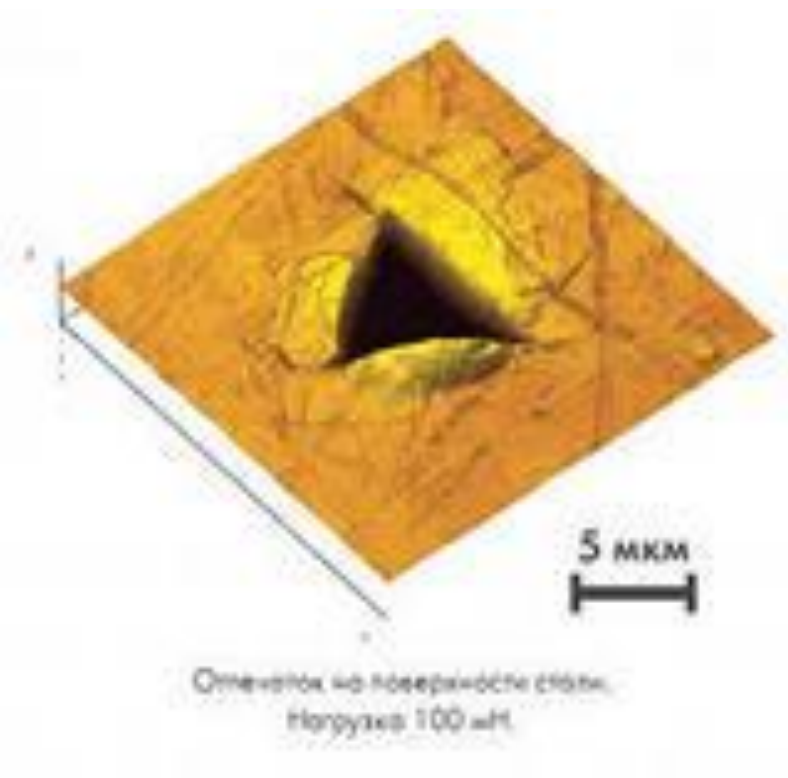


# микровдавливание инденторов





# микровдавливание инденторов



# Методы определения твердости

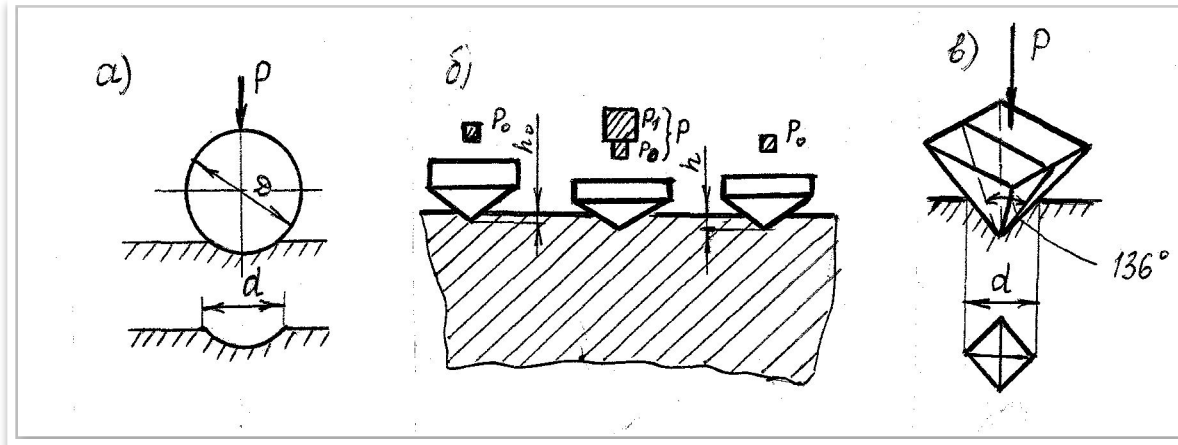
**Методика Виккерса** (для деталей малой толщины или тонких поверхностных слоев по диагонали отпечатка пирамиды)

**Методика Бринелля** (по диаметру отпечатка шарика)

**Методика Роквелла** (по глубине вдавливания алмазного конуса или закаленного шарика)

**Динамический метод**  
(по Шору)

# Схемы определения твердости образца



# Методика Роквелла.

## 3 шкалы твердости

Шкала	Обозначение	Индентор	Нагрузка, кг			Область применения
			P0	P1	P2	
A	HRA	Алмазный конус < 1200	10	50	60	Для особо твердых материалов
B	HRB	Стальной закаленный шарик Ø1/16"	10	90	100	Для относительно мягких материалов
C	HRC	Алмазный конус < 1200	10	140	150	Для относительно твердых материалов

- В методе Роквелла твердость измеряется в условных единицах **HR**, которые отражают степень упругого восстановления отпечатка после снятия нагрузки. Т.е. число твердости по Роквеллу определяет сопротивление упругим или малым пластическим деформациям. В зависимости от вида металла и его твердости используют разные шкалы. Чаще всего используется шкала С и число твердости HRC.
- В единицах HRC часто формулируют требования к качеству поверхности стальных деталей после термообработки. Твердость HRC в наибольшей степени отражает уровень рабочих характеристик высокопрочных сталей, а с учетом простоты измерений по Роквеллу, очень широко применяется на практике.



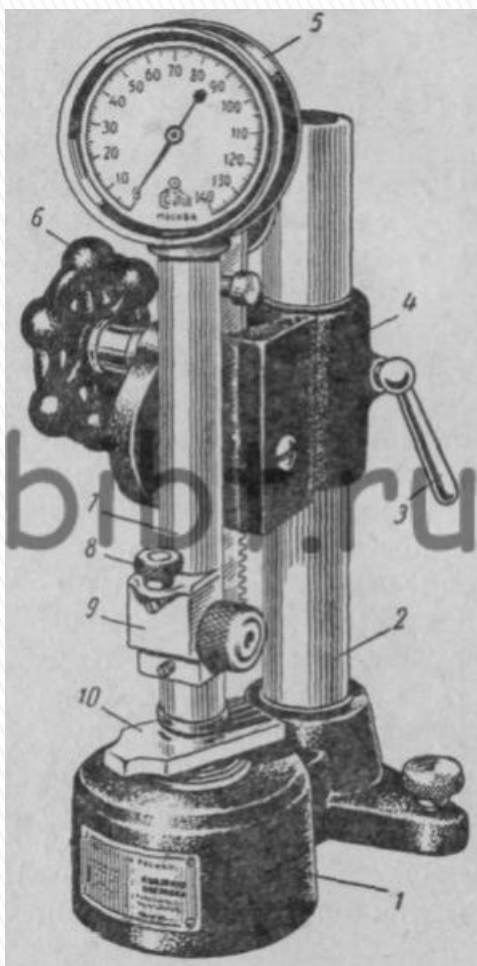
▣ **Стационарный  
твердомер по  
Роквеллу HR-150A**

Сущность метода заключается во внедрении в поверхность образца (или изделия) алмазного конусного или закалённого стального сферического наконечника. При контакте с поверхностью материала прикладывается сила давления индентора в 90,8Н. Затем добавляется дополнительная сила и происходит увеличение проникновения индентора в глубь материала. После этого дополнительная сила снимается и уменьшается глубина проникновения индентора из-за не совсем пластической деформации материала. Определяется разность между конечной глубиной проникновения индентора в материал и глубиной до приложения дополнительной силы. Это остаточное увеличение в проникновении ( $e$ ) индентора обусловлено дополнительной силой:  $HR=E-e$ , где  $E$  - константа, определяемая по форме индентора. Для конусного алмазного индентора  $E=100$ , для стального шара  $E=130$ .



# ***Метод Шора***

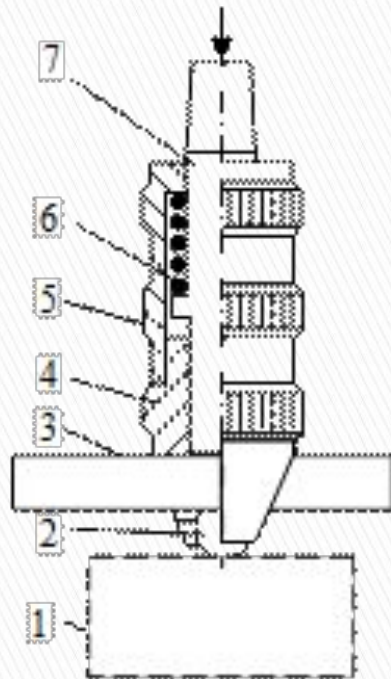
- ▣ ***Метод Шора*** (метод упругой отдачи) применяют в тех случаях, когда из-за опасности испортить поверхность готовой детали нельзя применить для определения твердости метод вдавливания (Бринеля, Роквелла). Этот способ основан на том, что твердость металлов прямо пропорциональна их упругости.



- Испытания производятся на особом приборе — склероскопе, где боек весом 2,5 г, падая с постоянной высоты, ударяется о поверхности испытуемого металла и отскакивает на определенную высоту, зависящую от твердости испытуемого металла. Мерой твердости на склероскопе Шора является высота отскока бойка; она указывается стрелкой индикатора на шкале прибора, имеющей 140 делений.
- $F$  — площадь поперечного сечения в месте надреза до испытания в  $\text{м}^2$  ( $\text{см}^2$ ).

## ▣ ПРИБОР ПОЛЬДИ

- ▣ Определение твердости методом Польди состоит в следующем: одновременно в испытуемый металл и в эталонный образец, твердость которого известна, под действием ударной (динамической) нагрузки вдавливаются стальной закаленный шарик.
- ▣ Твердость по Польди измеряется в тех же единицах, что и твердость по Бринеллю, и определяется сопоставлением значений диаметров отпечатков эталонного образца и испытуемого металла

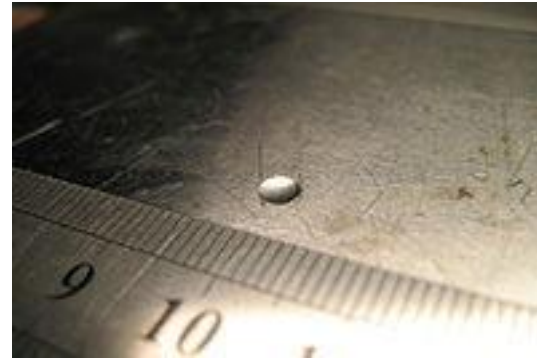
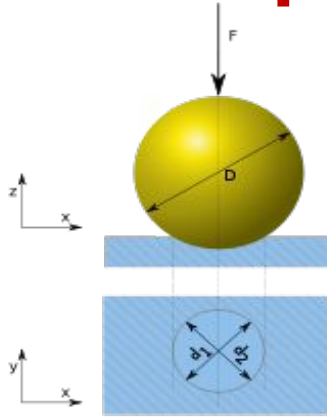




- ▣ **Определение твердости тарированными напильниками.**  
Твердость HRC может быть определена с помощью ряда напильников, подвергнутых термической обработке на различную твердость насечки. Обычно интервал насечек колеблется от 3 до 5 единиц HRC. Тарирование напильников производится по эталонным плиткам, твердость которых заранее точно определена на приборе.
- ▣ Твердость испытуемой детали определяется двумя напильниками с минимальным интервалом по твердости, один из которых может только скользить по детали, а второй ее слегка царапать. Если напильник с HRC62 царапает металл, а с HRC59 только скользит по поверхности детали, то твердость HRC60—61.
- ▣ Практически этим способом пользуются для установления твердости инструментов (разверток, фрез и т. п.), твердость которых измерить иным способом бывает трудно.



# Методика Бринелля



- Сущность метода заключается во вдавливании шарика (стального или из твердого сплава) в образец (изделие) под действием силы, приложенной перпендикулярно поверхности образца в течение 10... 15с, и измерении диаметра отпечатка после снятия силы.
- Число твердости Бринелля получается при делении величины прикладываемой силы  $F$  на площадь отпечатка  $S$ . Эта площадь может быть вычислена или взята из таблиц, в которых она дана в зависимости от диаметра шара и диаметра отпечатка:  **$HB = F/S$**
- **Твердость по Бринеллю** обозначают символом **HB** или **HBW**:
- **HB** - при применении стального шарика (для металлов и сплавов твердостью менее 450 единиц);
- **HBW** - при применении шарика из твердого сплава (для металлов и сплавов твердостью более 450 единиц).



Твердомер металла ТБ 5004 (по Бринеллю) .

# Методика Виккерса

- Сущность метода заключается во вдавливании в испытуемый материал правильной четырёхгранной алмазной пирамиды с углом  $136^\circ$  между противоположными гранями.
- Твердость по Виккерсу вычисляется путём деления нагрузки  $P$  на площадь поверхности полученного пирамидального отпечатка. Метод Виккерса позволяет определять твёрдость азотированных и цементированных поверхностей, а также тонких листовых материалов.