

Методы определения твердости

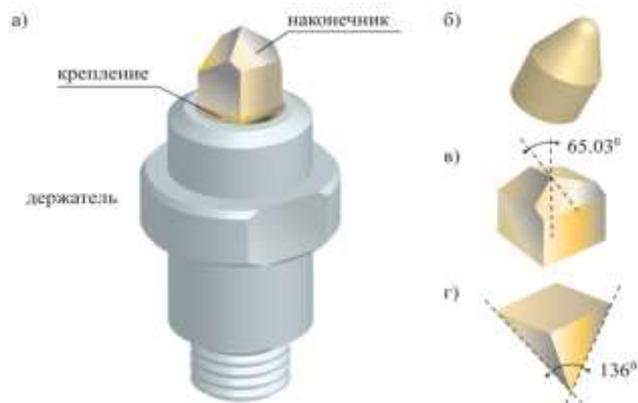
Твердость – это свойство поверхностного слоя материала сопротивляться внедрению другого, более твердого тела, при его сосредоточенном воздействии на поверхность материала.

Металлы по твердости делятся на :

Мягкие – режутся ножом (цезий, калий, индий)

Твердые – металлы которые сравниваются по твердости с алмазом (самый твердый металл – хром)

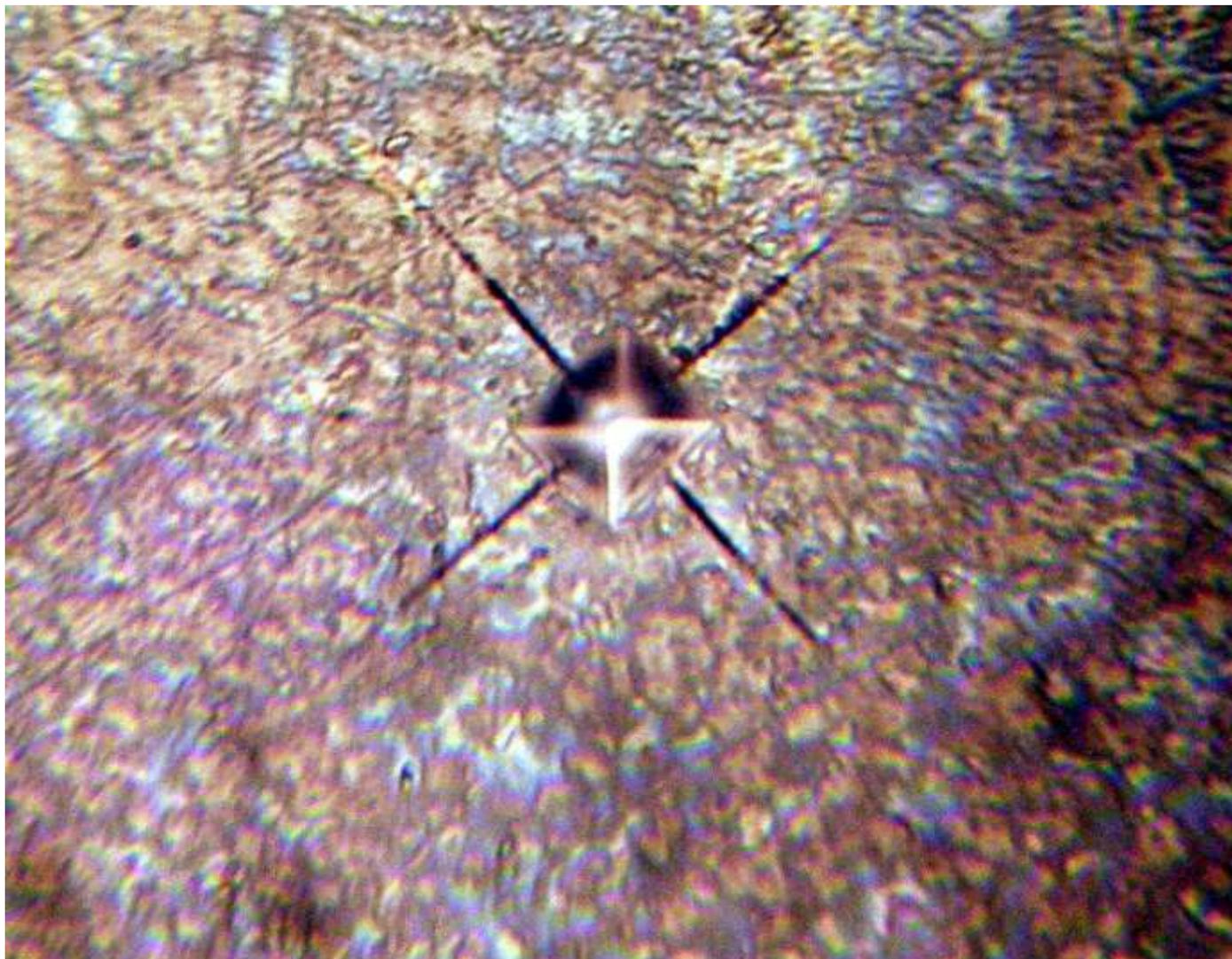
индентор



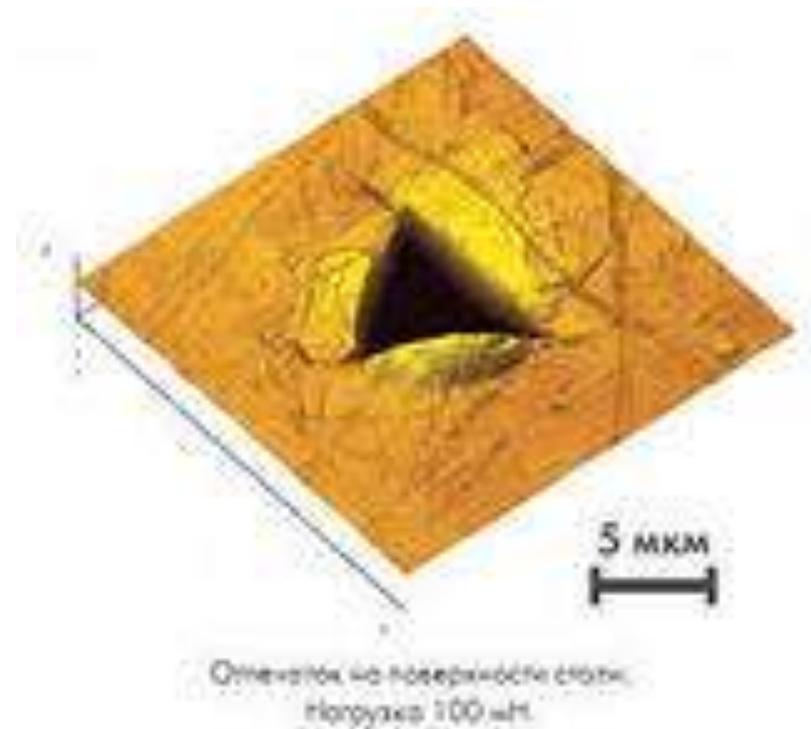
«Другое, более твердое тело» - это **индентор** (стальной шарик, алмазная пирамида или конус), вдавливаемый в испытываемый металл.



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)

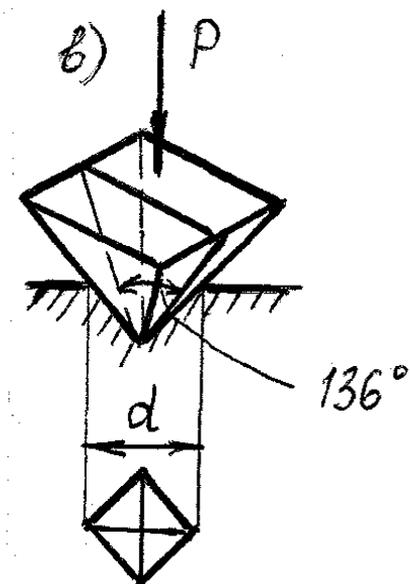
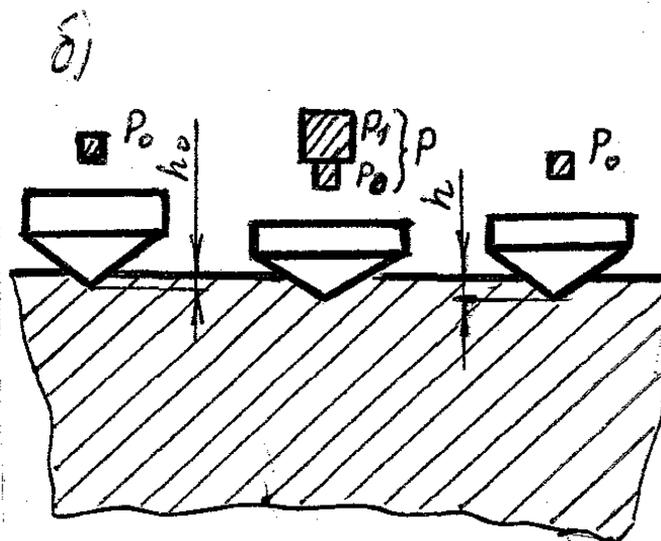
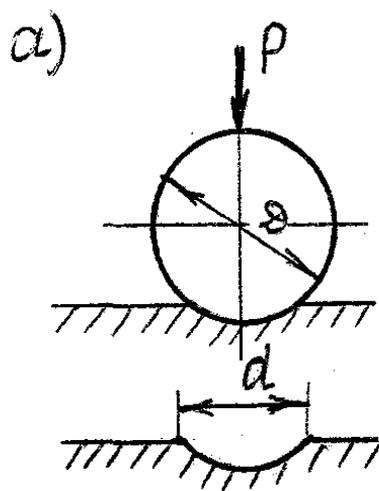
Методика Роквелла (по глубине вдавливания алмазного конуса или закаленного шарика)

Динамический метод (по Шору)

Статические методы испытаний

1. При испытании изделие не разрушается и пригодно для эксплуатации.
2. Испытания проводятся просто и быстро
3. По величине твердости (НВ) можно с некоторым приближением судить и о прочности металлов на растяжение (σ_B), так как существует примерное соотношение:
 - для кованной стали и катанной стали: $\sigma_B = 0,36 \text{ НВ}$;
 - для стального литья: $\sigma_B = 0,3 \dots 0,4 \text{ НВ}$;
 - для алюминиевых сплавов: $\sigma_B = 0,38 \text{ НВ}$.

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 твёрдых 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 твёрдых материалов

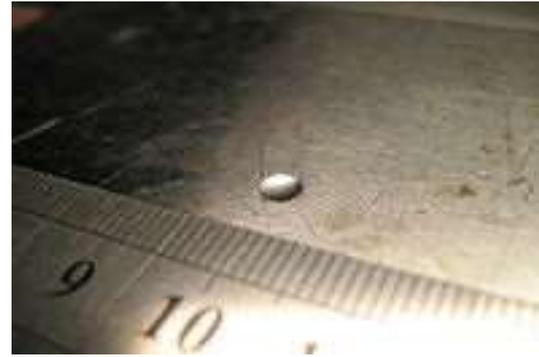
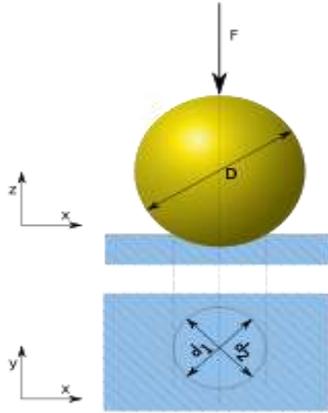
- В методе Роквелла твердость измеряется в условных единицах **HR**, которые отражают степень упругого восстановления отпечатка после снятия нагрузки. Т.е. число твердости по Роквеллу определяет сопротивление упругим или малым пластическим деформациям.
- В зависимости от вида металла и его твердости 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-150А**

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 $E = 130$.

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

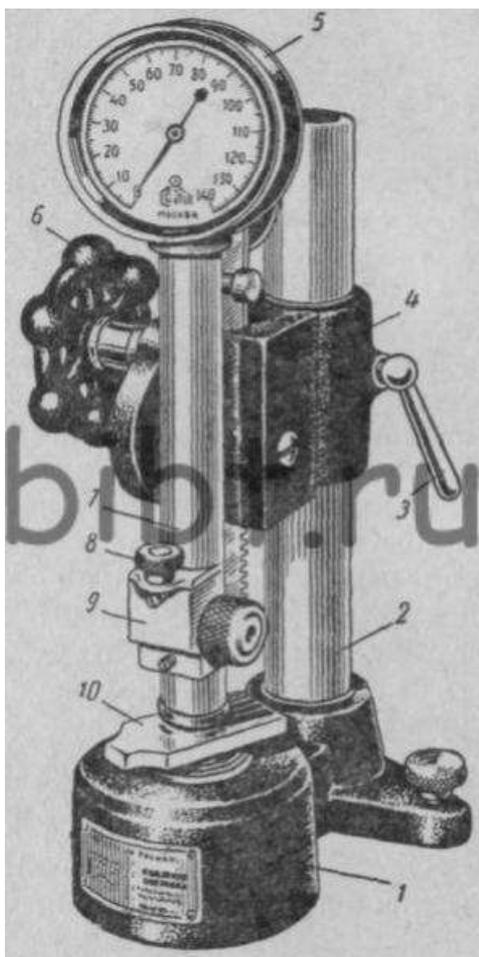
- ▶ Сущность метода заключается во вдавливании в испытуемый материал правильной четырёхгранной алмазной пирамиды с углом 136° между противоположными гранями.
- ▶ Твердость по Виккерсу вычисляется путём деления нагрузки P на площадь поверхности полученного пирамидального отпечатка.
- ▶ Метод Виккерса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

Динамические испытания

При динамических испытаниях твердость образца определяется по высоте отскока свободно падающего бойка. Различают методы испытания по Шору, Шварцу, Бауману и др.

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 испытываемого 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 м^2 (см^2).

Шкала Мооса — система, используемая для ранжирования материалов по их твердости, которая позволяет вести классификацию с помощью чисел от 1 до 10



. Ее применяют, чтобы сравнивать прочность драгоценных камней, металлов и некоторых других материалов и оценивать их относительную долговечность.

Шкала твердости по Моосу для металлов

Оценка металла по шкале Мооса берет за основу то, насколько легко образец может быть поцарапан другими металлами.

Олово: 1.5

Цинк: 2.5

Золото: 2.5-3

Серебро: 2.5-3

Алюминий: 2.5-3

Медь: 3

Медь: 3

Бронза: 3

Никель: 4

Платина: 4-4.5

Сталь: 4-4.5

Железо: 4.5

Палладий: 4.75

Родий: 6

Титан: 6

Укрепленная сталь: 7-8

Вольфрам: 7.5

Карбид вольфрама: 8.5-9

Заполнить таблицу с помощью электронного учебника

	Метод определения твердости	Используемый индентор	Суть метода	Формула нахождения	Обозначение твердости	Название прибора	Преимущества и недостатки метода
1	Метод Бриннеля						
2	Метод Роквелла						
3	Метод Виккерса						