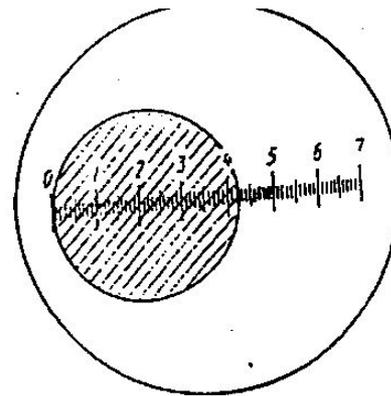
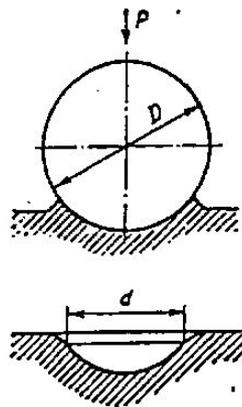




Измерение твердости  
материалов  
различными методами



# Измерение твердости по Бринеллю

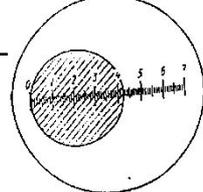


На приборе Бринеля используют шарики диаметром 2,5; 5 и 10 мм. Выбор шарика и нагрузки зависит от материала (твердости) и толщины изделия (таблица 1).

Толщина образца, мм	Диаметр шарика, мм	Нагрузка, кг		
		$30D^2$ для чугуна и стали	$10D^2$ для меди и латуни	$2,5D^2$ для мягких металлов (алюминий)
Более 6	10	3000	1000	250
3 до 6	5	750	250	62,5
менее 3	2,5	187,5	62,5	15,6

максимальных  $P = 3000$  кг,  $D = 10$  мм  
**HB 187**

**HB 5/750/30-187)**



Диаметр отпечатка, $D$ , мм	Число НВ при нагрузке	Твердость по Бринелю при нагрузке $P$ , кг, равной		Диаметр отпечатка, $D$ , мм	Число НВ При нагрузке	Твердость по Бринелю при нагрузке $P$ , кг,	
		$10 D$	$2,5 D$			$30 D$	$10D$
<b>2,89</b>	448	—	—	<b>3,74</b>	263	87,7	21,9
<b>2,90</b>	444	—	—	<b>3,76</b>	260	86,8	21,7
<b>2,92</b>	438	—	—	<b>3,78</b>	257	85,8	21,5
<b>2,94</b>	432	—	—	<b>3,80</b>	255	84,9	21,2
<b>2,96</b>	426	—	—	<b>3,82</b>	252	84,0	21,0
<b>2,98</b>	420	—	35,0	<b>3,84</b>	249	83,0	20,8
<b>3,00</b>	415	—	34,6	<b>3,86</b>	246	82,1	20,5
<b>3,02</b>	409	—	34,1	<b>3,88</b>	244	81,3	20,3
<b>3,04</b>	404	—	33,7	<b>3,90</b>	241	80,4	20,1
<b>3,06</b>	398	—	33,2	<b>3,92</b>	239	79,6	19,9
<b>3,08</b>	393	—	32,7	<b>3,94</b>	236	78,7	19,7
<b>3,10</b>	388	129	32,3	<b>3,96</b>	234	77,9	19,5
<b>3,12</b>	383	128	31,9	<b>3,98</b>	231	77,1	19,3

- Для сравнительно мягких материалов между числом твердости **НВ** и пределом прочности при растяжении  $\sigma_B$  есть взаимосвязь:

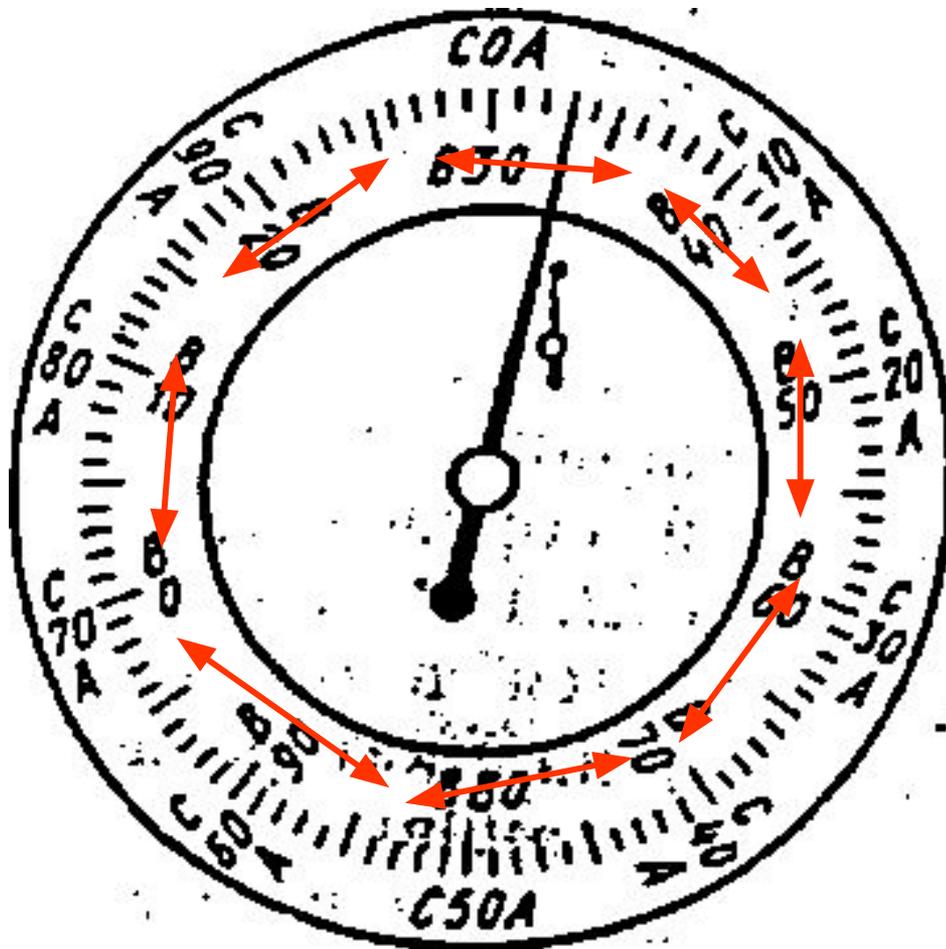
- для малоуглеродистых сталей

$$\sigma_B = 0,36 * НВ$$

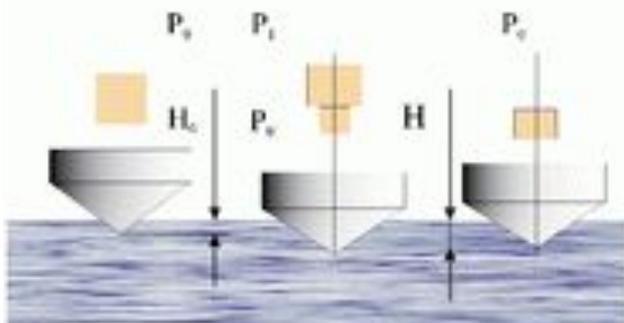
- для серого чугуна

$$\sigma_B = 0,12 * НВ$$

# Твердость по Роквеллу



$$P = P_0 + P_1$$



- Практически число твердости на приборе Роквелла отсчитывается по циферблату индикатора

- Он имеет 100 делений в виде шкалы:

- **черную (шкала С)**

- **красную (шкала В).**

- Каждое деление шкалы соответствует единице

твердости и равно глубине вдавливания индентора на 0,002 мм.

- **Мягкие материалы (цветные металлы и сплавы, незакаленная сталь)** испытываются стальным шариком под действием нагрузки  $P_j = 100$  кг.

- Отсчет показаний твердости ведется по красной шкале, и твердость в этом случае обозначается HRB (например, HRB 56).

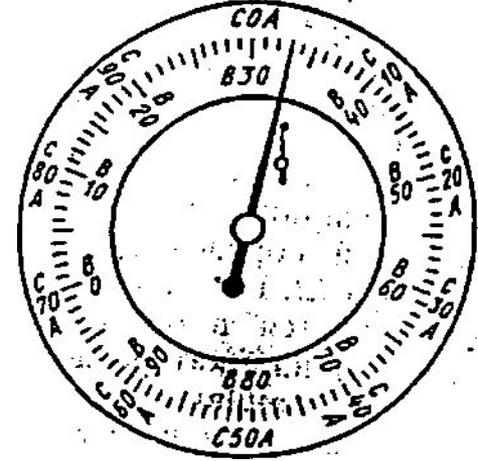
- **Твердые материалы (закаленные, азотированные, цементированные и т.д. стали)** испытываются алмазным конусом под нагрузкой  $P_j = 150$  кг.

- Отсчет твердости ведется по черной шкале. В этом случае число твердости обозначается HRC (например, HRC 62).

- **Для испытания очень твердых материалов (например, металлокерамических твердых сплавов) или изделий, имеющих небольшую толщину,** применяется алмазный конус при нагрузке

- $P_j = 60$  кг.

- Отсчет показаний твердости ведется по черной шкале, а твердость обозначается HRA (например, HRA 90).



**Определение твердости стали  
с помощью беспроводного  
программируемого твердомера  
ТДМ- 3**

# Беспроводной программируемый твердомер ТМД-3

1-сигнальная часть; 2-строка состояния; 3-курсор; 4-рабочее меню



а) «Шкала твердости»

б) «Тип материала»

в) «Угол наклона преобразователя»

г) «Режим измерений»

д) «Память»

е) «Режим работы»

ж) «Подсветка»

и) «Ресурс аккумулятора»

# Беспроводной программируемый твердомер ТМД-3



Параметр «Шкала твердости»

# Беспроводной программируемый твердомер ТМД-3



Параметр «Тип материала»

# Беспроводной программируемый твердомер ТМД-3



Параметр «Угол наклона преобразователя»

# Беспроводной программируемый твердомер ТМД-3



Параметр «Режим измерений»

# Беспроводной программируемый твердомер ТМД-3



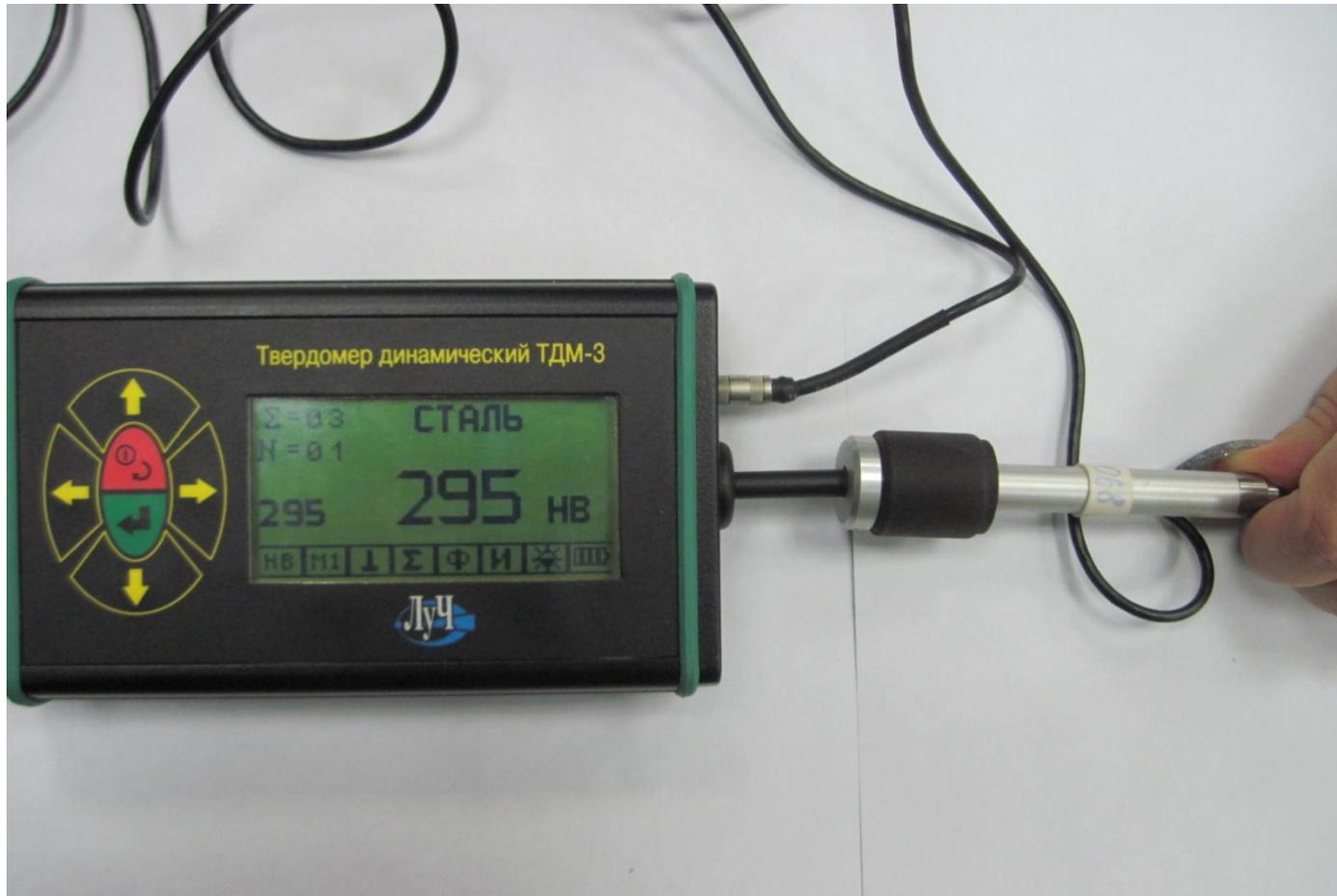
Параметр «Память»

# Беспроводной программируемый твердомер ТМД-3



Параметр «Режим работы»

# Беспроводной программируемый твердомер ТМД-3



Проведение измерений:

Привести преобразователь в состояние готовности

# Беспроводной программируемый твердомер ТМД-3



Проведение измерений:

Загрузка индентора до защелкивания ударного механизма

# Беспроводной программируемый твердомер ТМД-3



Проведение измерений:  
Измерение твёрдости



1- количество измерений  
2-номер измерения  
3-измеренное значение

4-тип материала  
5-название файла  
6-среднее значение

- Измерить твердость предлагаемых образцов из разных материалов, определяемых преподавателем на выбор по шкале Бринелля или Роквелла:
- отожженных сталей (образцы №1 – 9);
- закаленной шарикоподшипниковой стали (№ 10 – 12);
- закаленной углеродистой стали (№13).

# Результаты измерений твердости сталей

	Марка	Число твердости по шкале НВ					Среднее число твердости по Бринеллю	Число твердости по Роквеллу
		1	2	3	4	5		
		1	75					
2	25							
3	У7							
4	50							
5	60							
6	55А							
7	40							
8	У10							
9	70							
10	ШХ20СГ							
11	ШХ9							
12	ШХ4							
13	У9							