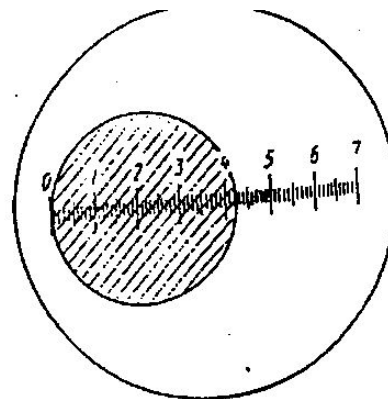
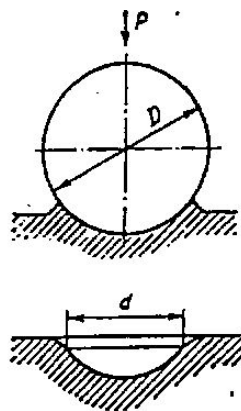




Измерение твердости
материалов
различными методами



Измерение твердости по Бринеллю

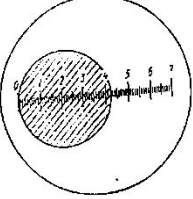


На приборе Бринеля используют шарики диаметром 2,5; 5 и 10 мм. Выбор шарика и нагрузки зависит от материала (твердости) и толщины изделия (таблица 1).

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

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

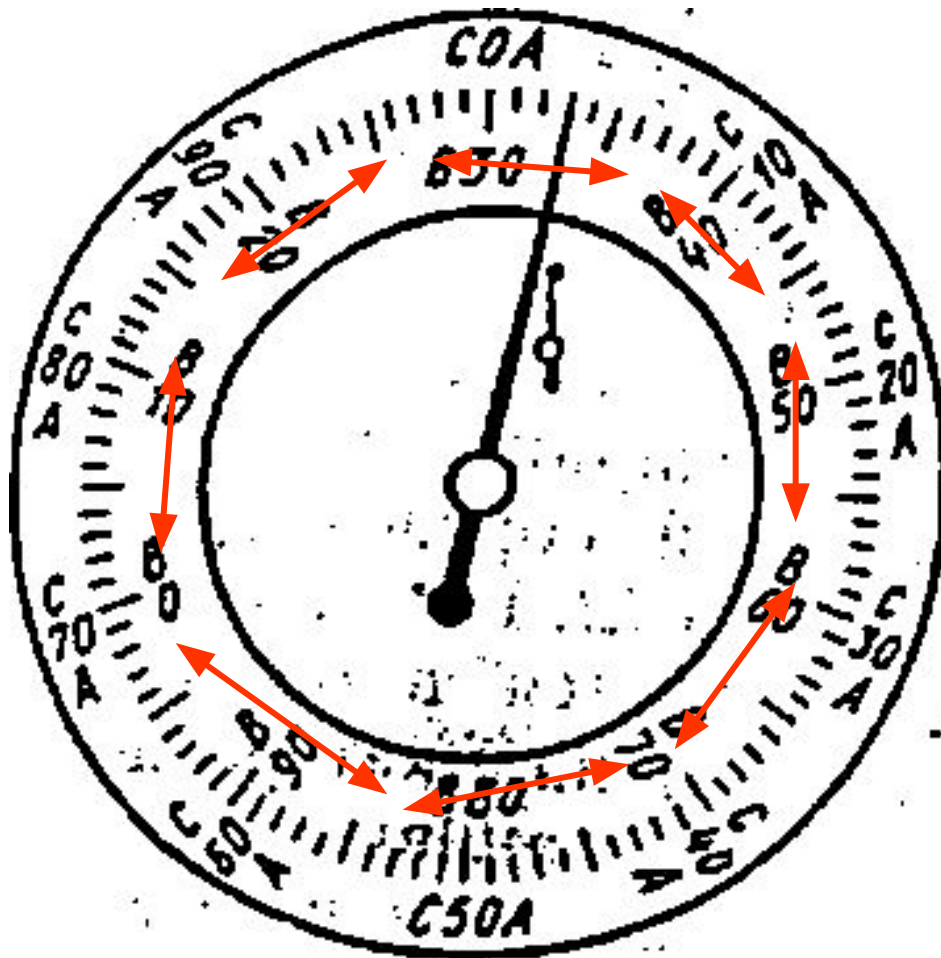
- для малоуглеродистых сталей

$$\sigma_B = 0,36 * НВ$$

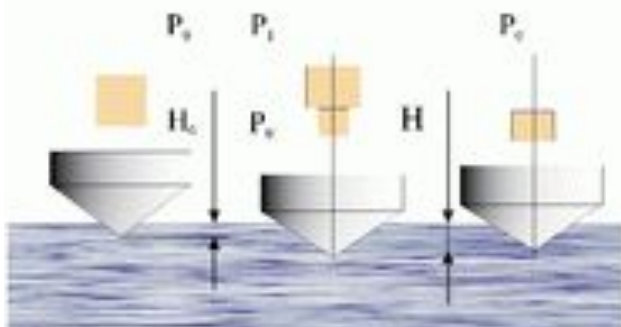
- для серого чугуна

$$\sigma_B = 0,12 * НВ$$

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).

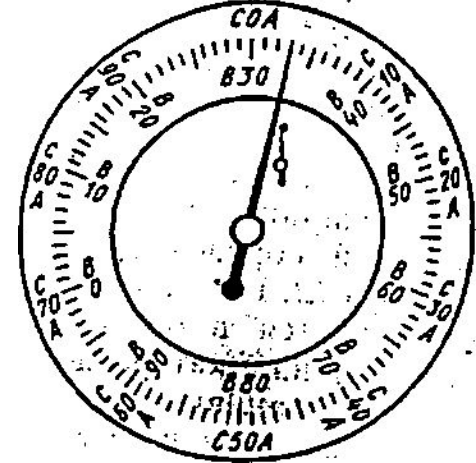
- **Твердые материалы (закаленные, азотированные, цементированные и т.д. стали)** испытываются алмазным конусом под нагрузкой $P_j = 150$ кг.

- 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



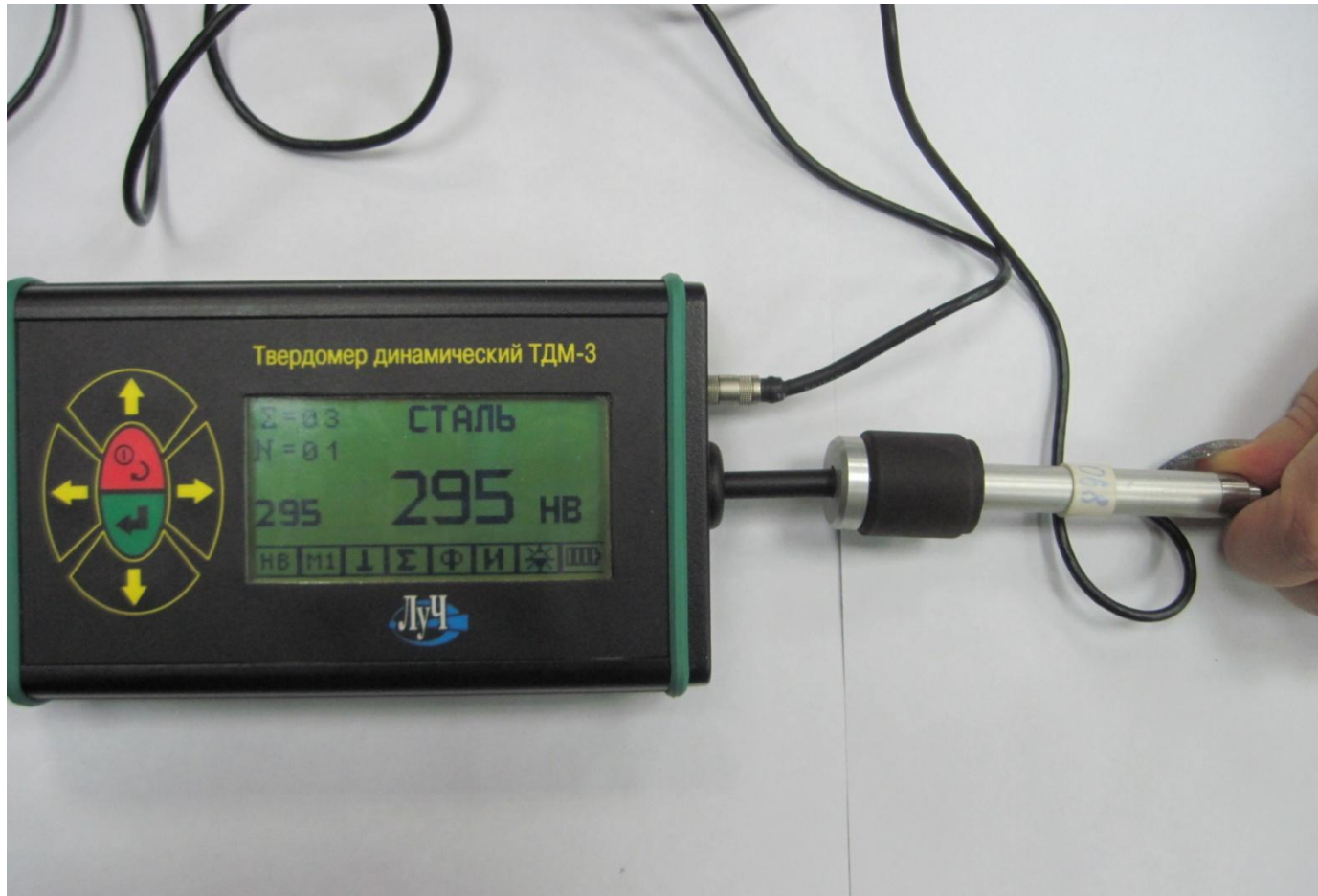
Параметр «Память»

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							