

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 08.10.2023 14:10:29

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabb573e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования



### ИЗМЕРЕНИЕ ТВЕРДОСТИ ПО МЕТОДУ БРИНЕЛЛЯ

Методические указания к проведению лабораторных и практических занятий для студентов по направлению подготовки 21.03.02- Землеустройство и кадастры, 08.03.01 Строительство

Курск 2018

УДК 519.6

Составители: М.С. Разумов, А.А. Горохов.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.О. Гладышкин*

**Измерение твердости по методу Бринелля** : методические указания к проведению лабораторных занятий / Юго-Зап. Гос. ун-т; сост.: М.С. Разумов, А.А. Горохов.; Курск, 2018. 7 с.: ил. 2.табл. 3.

Содержат сведения по вопросам измерения твердости по методу Бринелля. Указывается порядок выполнения практического и лабораторных занятий, подходы к решению и правила оформления.

Методические рекомендации соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальности автоматизированного машиностроительного производства (УМОАМ).

Предназначено для студентов направлений по направлению подготовки 21.03.02-Землеустройство и кадастры, 08.03.01 Строительство.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 14.02.18. . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ.л. 0,3. Уч.-изд.л. 0,2. Тираж 40 экз. Заказ. 1199 Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**Цель работы:** Ознакомиться с методикой определения твердости металлов по Бринеллю, изучить устройство и принцип работы твердомера, определить НВ различных металлов и сплавов.

**Оборудование и материалы:** Прибор для измерения твердости по Бринеллю, наконечники со стальными шариками диаметром 10,0; 5,0; 2,5; 2,0; 1,0 мм, лупа Бринелля, образцы металлов.

### **Краткое введение**

Сущность метода измерения твердости по Бринеллю металлов заключается во вдавливании шарика (стального или из твердого сплава) в образец (изделие) под действием усилия, приложенной перпендикулярно поверхности образца, в течение определенного времени, и измерении диаметра отпечатка после снятия усилия.

### *Подготовка образцов*

Толщина образца  $S$  должна не менее чем в 8 раз превышать глубину отпечатка  $h$  и определяется по формулам

$$S \geq 8 \frac{0,102 \cdot F}{\pi D \cdot HB}, \text{ если } F \text{ выражена в Н,}$$
$$S \geq 8 \frac{F}{\pi D \cdot HB}, \text{ если } F \text{ выражена в кгс.} \quad (1)$$

Поверхность образца должна быть плоской и гладкой. Шероховатость поверхности образца должна быть не более 2,5 мкм. Образец должен быть подготовлен таким образом, чтобы не изменялись свойства металла в результате механической или другой обработки, например, от нагрева или наклепа.

Поверхность образца или испытываемого изделия должна быть ровной, гладкой и свободной от окисной пленки. Обработку поверхности образца (изделия) можно проводить шлифовкой или мелким напильником.

Толщину образца, подвергаемого испытанию, выбирают таким образом, чтобы на противоположной стороне образца после испытания не было заметно следов деформации.

### *Измерение твердости*

Измерение твердости проводят при температуре 20°C. При измерении твердости прибор должен быть защищен от ударов и вибрации. Опорные поверхности столика и подставки, а также опорные и рабочие поверхности образца должны быть очищены от посторонних веществ (окалины, смазки и др.) Образец должен быть установлен на столике или подставке устойчиво во избежание его смещения и прогиба во время измерения твердости.

При твердости металлов менее 450 единиц для измерения твердости применяют стальные шарики или шарики из твердого сплава, при твердости металлов более 450 единиц – шарики из твердого сплава.

Значение  $K=P/D^2$  выбирают в зависимости от металла и его твердости в соответствии с табл. 1. Усилие  $F$  в зависимости от значения  $K$  и диаметра шарика  $D$  устанавливают в соответствии с табл. 2.

Диаметр шарика  $D$  и соответствующее усилие  $F$  выбирают таким образом, чтобы диаметр отпечатка находился в пределах от 0,24 до 0,6  $D$ .

Таблица 1

Материал	НВ	К
Сталь, чугун, высокопрочные сплавы	До 140 140 и более	10 30
Титан и сплавы на его основе	От 50	15
Медь и сплавы на ее основе, легкие металлы и их сплавы	До 35 От 35	5 10
Подшипниковые сплавы	8-50	2,5
Свинец, олово, и другие мягкие сплавы	До 20	1

При измерении твердости наконечник приводят в соприкосновение с поверхностью образца и плавно прикладывают заданное усилие  $F$  до тех пор, пока оно не достигнет необходимой величины.

Продолжительность выдержки наконечника под действием заданного усилия должна соответствовать табл. 3.

Время от начала приложения усилия до достижения им заданной величины должно составлять 2–8 с.

Расстояние между центром отпечатка и краем образца должно быть не менее 2,5 диаметров отпечатка  $d$ ; расстояние между центрами двух смежных отпечатков должно быть не менее четырех диаметров отпечатка; для металлов с твердостью до 35 НВ эти расстояния должны быть соответственно  $3d$  и  $6d$ .

После измерения твердости на обратной стороне образца не должно наблюдаться пластической деформации от отпечатка.

Таблица 2

Диаметр шарика $D$ , мм	Усилие $F$ , Н (кгс), для $K$					
	30	15	10	5	2,5	1
1,0	294,2 (30)		98,07 (10)	49,03 (5)	24,52 (2,5)	9,807 (1)
2,0	1177 (120)		392,3 (40)	196,1 (20)	98,07 (10)	39,23 (4)
2,5	1839 (187,5)		612,9 (62,5)	306,0 (31,2)	153,0 (15,6)	60,80 (6,2)
5,0	7355 (750)		2452 (250)	1226 (125)	612,9 (62,5)	245,2 (25)
10	29420 (3000)	14710 (1500)	9807 (1000)	4903 (500)	2452 (250)	980,7 (100)

Таблица 3

НВ	Продолжительность выдержки, с
До 10	180
10-35	120
35-100	30
100 и более	10-15

Рычажной пресс Бринелля (рис.1) является прибором с механическим приводом.

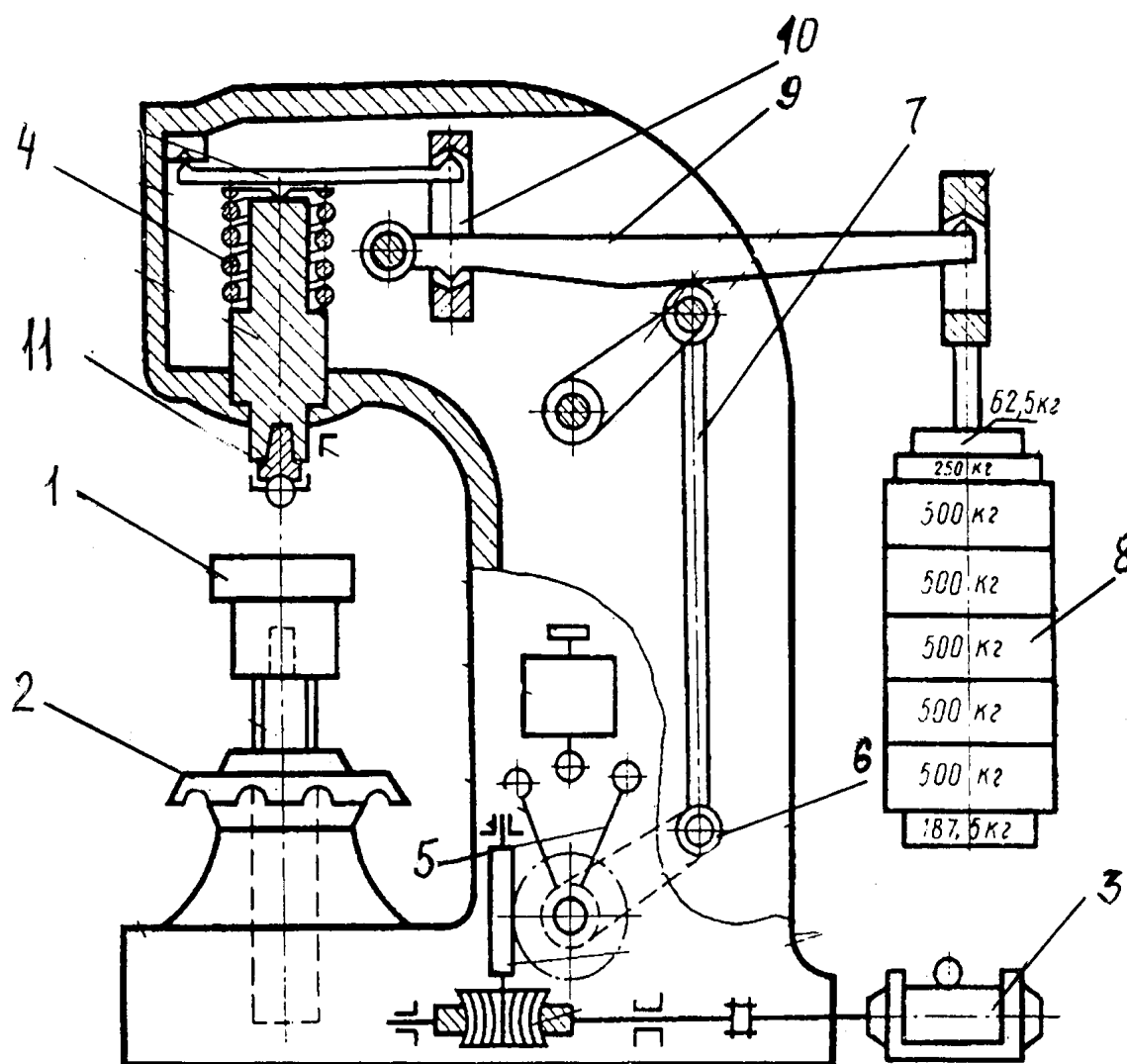


Рис.1 Пресс Бринелля. 1-столлик,2-рукоятка,3-электродвигатель,4-пружина,5-коробка скоростей,6-эксцентрик,7-шатун,8-грузы,9,10-системы рычагов,11-оправка.

Работа на приборе осуществляется в следующем порядке.

Испытуемый образец помещают на столик 1 и при помощи винта, приводимого в движение вращением маховика или рукоятки 2, поднимают его к шарикому индентору, укрепленному в оправке 11, до тех пор, пока пружина 4, прижимающая шарик к образцу, не сожмется до отказа. При этом создается предварительная нагрузка. Затем нажатием кнопки включают электродвигатель 3, который через коробку скоростей 5 приводит во вращательное движение эксцентрик 6. Эксцентрик опускает шатун 7 вниз, в результате чего грузы 8 через систему рычагов 9 и 10 создают основную нагрузку на шарик в 3000 кгс. При дальнейшем вращении эксцентрика шатун поднимается, снимает нагрузку с шарика, возвращает рычаги 9 и 10 и грузы 8 в исходное положение. Возвращение грузов в исходное положение сигнализируется звонком и сопровождается выключением электродвигателя. Вращением против часовой стрелки маховика или рукоятки опускают стол 1, испытуемый образец отводят от шарика, после чего измеряют диаметр отпечатка с помощью микроскопа Бринелля (рис. 2).

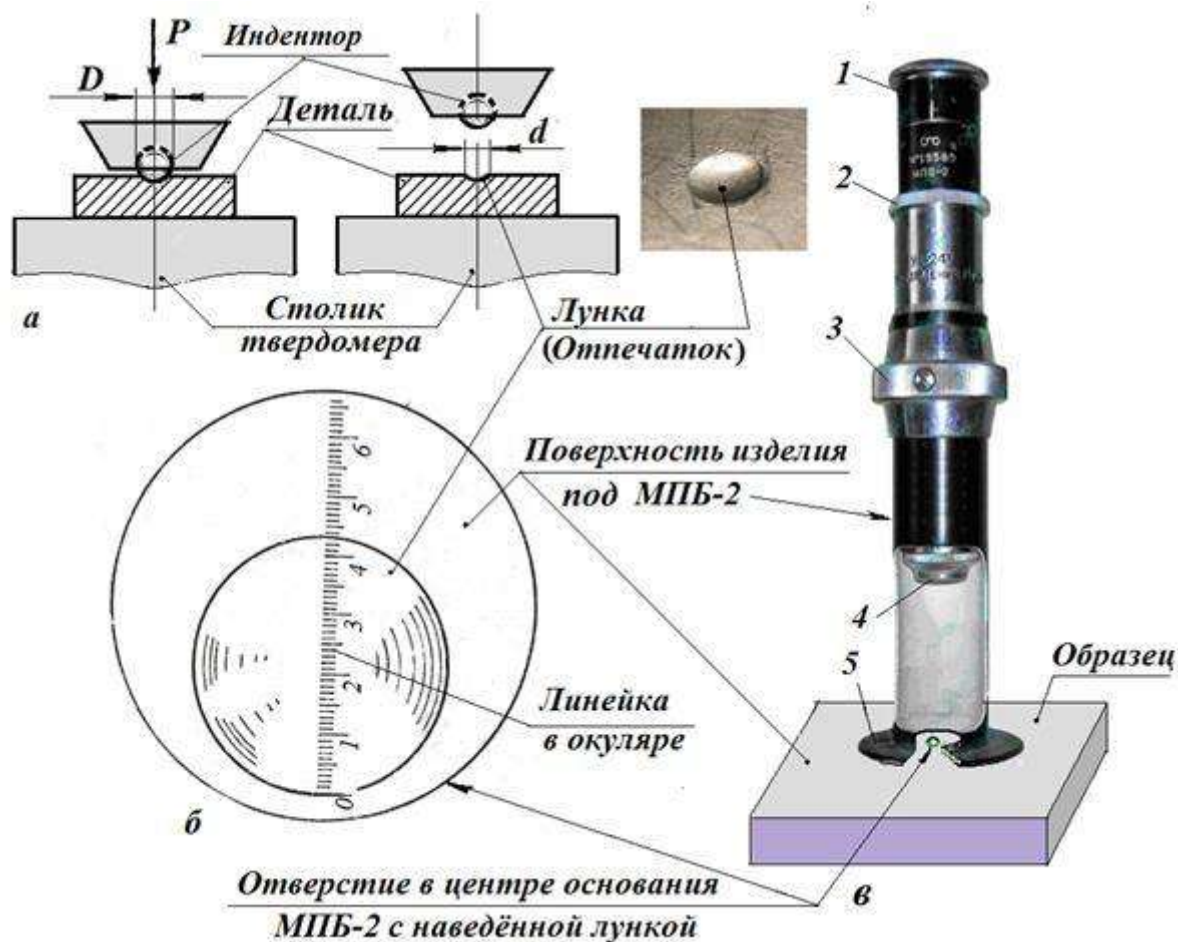


Рис. 2

Диаметр отпечатка  $d$  измеряют с помощью микроскопа или других средств измерения. Твердость по Бринеллю  $HВ$  численно равна

отношению приложенного усилия  $F$  к площади сферического отпечатка  $A$  и рассчитывается по формулам

$$HB = \frac{0,102 \cdot F}{A} = \frac{0,102 \cdot 2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \text{ если нагрузка выражена в Н,}$$
$$HB = \frac{F}{A} = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \text{ если нагрузка выражена в кгс.} \quad (2)$$

Твердость по Бринеллю обозначают символом HB, которому предшествует числовое значение твердости из трех значащих цифр, и после символа указывают диаметр шарика, значение приложенного усилия (в кгс), продолжительность выдержки, если она отличается от 10- до 15 с.

Примеры обозначения:

250 HB 5/750 – твердость по Бринеллю 250, определенная при применении стального шарика диаметром 5 мм, при усилнии 750 кгс (7355 Н) и продолжительности выдержки от 10 до 1.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Изучить методические указания и приложения, делая необходимые записи.
2. По указанию преподавателя произвести отбор образцов, подготовить их к испытанию.
3. Пользуясь указаниями и приложениями, выбрать условия проведения измерения твердости HB, провести индентирование наконечников.
4. Измерить диаметр отпечатков  $d$ .
5. Пользуясь формулами и приложениями, определить значения твердости HB.
6. Результаты представить в виде отчета. Отчет должен содержать схемы, формулы, таблицы, графики, подробные выводы.