

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛОВ

## I. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Практическое освоение измерения твердости стали по методу Бринелля и Роквелла.

## II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Твердость можно определить как механическое свойство металла сопротивляться местной пластической деформации под воздействием другого более твердого тела.

Твердость измеряют при помощи воздействия на поверхность наконечника, изготовленного из малодеформируемого материала (закаленная сталь, алмаз или твердый сплав) и имеющего форму шарика, конуса или пирамиды.

При испытании металлов значения твердости определяют значительно чаще, чем другие механические свойства. Это объясняется следующими преимуществами, которые имеет метод измерения твердости:

- 1) измерение твердости не влечет за собой разрушения испытываемой детали;
- 2) измерение твердости выполняется быстро, например, на твердомере Роквелла за 30-60 сек, а на твердомере Бринелля за 1-3 мин;
- 3) измерение твердости по технике выполнения значительно проще, чем определение предела прочности.

Знание твердости стали по Бринеллю позволяет провести ориентировочную оценку ее прочностных показателей: предела прочности  $\sigma_s$  и предела текучести  $\sigma_{0.2}$ . Так, для горячекатаной стали:

$$\sigma_s = 0,33HB \frac{кгс}{мм^2} (кН / см^2)$$

$$\sigma_{0.2} = 0,20HB \frac{кгс}{мм^2} (кН / см^2)$$

Такая зависимость объясняется тем, что твердость по Бринеллю и прочность есть сопротивление пластической деформации, т.е. природа этих деформаций одна и та же.

### III. ИЗМЕРЕНИЕ ТВЕРДОСТИ НА ТВЕРДОМЕРЕ БРИНЕЛЛЯ (ГОСТ 9012-59)

Измерение твердости по Бринеллю состоит в том, что в испытываемый металл под определенной нагрузкой **P** вдавливается стальной закаленный шарик диаметром **D**, и по величине диаметра **d**, полученного отпечатка, судят о твердости металла (рис.1).

Число твердости по Бринеллю определяется отношением нагрузки, действующей на шарик, к поверхности полученного отпечатка, т.е.

$$HB = \frac{P}{F} \frac{\text{кгс}}{\text{мм}^2}$$

Однако, определять каждый раз площадь полученного отпечатка довольно трудоемко, поэтому на практике пользуются таблицами, указывающими число твердости **HB** в зависимости от диаметра отпечатка **d**, с учетом прикладываемой нагрузки **P** и диаметра **D** вдавливаемого шарика.

Диаметр **D** вдавливаемого шарика берется в зависимости от толщины **h** испытываемого образца:

при :  $h > 6 \text{ мм}$        $D = 10 \text{ мм}$   
 $h = 3 - 6 \text{ мм}$        $D = 5 \text{ мм}$   
 $h < 3 \text{ мм}$           $D = 2,5 \text{ мм}$

Соотношение между нагрузкой **P** и диаметром шарика **D** берется в зависимости от испытываемого материала.

Для стали и чугуна  $P = 30D^2 \text{ кгс}$

Для меди и ее сплавов  $P = 10D^2 \text{ кгс}$

Для алюминия и его сплавов  $P = 2,5D^2 \text{ кгс}$

Например, чтобы определить твердость стального листа толщиной 8 мм необходимо взять шарик  $D = 10 \text{ мм}$ , а нагрузку:  $P = 30 \cdot 10^2 = 3000 \text{ кгс}$ .

Немаловажным фактором, влияющим на полученный результат, является время выдержки образца под нагрузкой. Для стали и чугуна выдержка образца под нагрузкой берется 10 – 15 с, для цветных металлов 30 с.

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:

250HB 5/750 – твердость по Бринеллю 250, определенная при применении стального шарика диаметром 5 мм, при усилении 750 кгс и продолжительности выдержки от 10 до 15 с.

При определении твердости стальным шариком диаметром 10 мм при усилении 3000 кгс и продолжительностью выдержки от 10 до 15 с твердость по Бринеллю обозначают только числовым значением твердости и символом HB: например 185HB.

#### IV. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛА НА СТАЦИОНАРНОМ ТВЕРДОМЕРЕ ТИПА ТШ ПО МЕТОДУ БРИНЕЛЛЯ (рис. 2)

1. Перед началом испытания в соответствии с ГОСТом устанавливают нагрузку **P**, диаметр шарика **D**, время выдержки образца под нагрузкой. Подбором грузов **2**, можно установить следующие нагрузки: 3000 кгс, 1000 кгс, 750 кгс, 500 кгс, 250 кгс, 187,5 кгс.

2. Испытываемый образец **1** помещается на столике **3** и при помощи винта **4**, приводимого в движение маховиком **5**, поджимается в шарик **D** до упора **6**, создавая этим предварительную нагрузку в 100 кгс.

3. Нажатием кнопки **7** включить твердомер. Время выдержки образца под нагрузкой контролирует реле времени **8**.

4. После автоматического отключения твердомера вращением маховика **5** в обратную сторону опускают столик **3** и снимают с него испытываемый образец.

5. С помощью специальной лупы измеряют на образце диаметр отпечатка **d** в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Значение диаметра отпечатка **d** принимается как среднее арифметическое от указанных двух измерений.

6. По измеренному диаметру отпечатка **d**, установленной нагрузке **P** и диаметру шарика **D**, пользуясь таблицей ГОСТа 9012-59, определяют твердость **НВ** испытываемого материала.

#### V. ИЗМЕРЕНИЕ ТВЕРДОСТИ НА ТВЕРДОМЕРЕ РОКВЕЛЛА (ГОСТ 9013-59)

При измерении твердости металлов по Роквеллу наконечник стандартного типа (алмазный конус или стальной шарик) вдавливаются в испытуемый образец (изделие) под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок – предварительной **P<sub>0</sub>** и общей **P**, которая равна сумме предварительной **P<sub>0</sub>** и основной **P<sub>1</sub>** нагрузок (рис.3)

$$P = P_0 + P_1.$$

Величина твердости представляет собой разность между глубиной отпечатков, получаемых на испытываемом образце от вдавливания алмазного конуса или стального шарика под двумя нагрузками – предварительной и общей. Твердость по Роквеллу измеряется в условных единицах.

Измерение твердости по шкалам **A** и **C** производится путем вдавливания в испытуемый образец алмазного наконечника под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок:

при измерении по шкале **A**:

$$P_0 = 10 \text{ кгс}$$

$$P_1 = 50 \text{ кгс}$$

$$P = 10 + 50 = 60 \text{ кгс}$$

при измерении по шкале **C**:

$$P_0 = 10 \text{ кгс}$$

$$P_1 = 140 \text{ кгс}$$

$$P = 10 + 140 = 150 \text{ кгс}$$

Измерение твердости по шкале **B** производится путем вдавливания в испытуемый образец стального шарика диаметром 1,588 мм (1/16 дюйма) под действием двух последовательно прилагаемых нагрузок:

$$P_0 = 10 \text{ кгс}$$

$$P_1 = 90 \text{ кгс}$$

$$P = 10 + 90 = 100 \text{ кгс}$$

Пределы измерения твердости по указанным шкалам устанавливаются следующие:

Обозначение		Предел измерения в единицах твердости
шкал	чисел твердости	
<b>B</b>	HRB	25 – 100
<b>C</b>	HRC	20 – 67
<b>A</b>	HRA	70 – 85

Пример обозначения твердости по Роквеллу: HRC50 (твердость 50 по шкале **C**).

Определение твердости на твердомере Роквелла имеет широкое применение для контроля качества продукции, так как позволяет испытывать как мягкие, так и самые твердые материалы. Получающиеся отпечатки очень малы и не портят внешней поверхности детали, испытание проводится очень быстро и величина твердости читается по шкале прибора без каких-либо измерений и пересчетов. Твердомером Роквелла нельзя определять твердость неоднородных по структуре сплавов, например, серого чугуна, изделий, имеющих раковины или следы грубой обработки.

## VI. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЕРДОСТИ НА ТВЕРДОМЕРЕ РОКВЕЛЛА (рис. 4)

1. Установить нуль черной шкалы индикатора **15** в вертикальное положение с помощью ручки установки нуля **48**.

2. Установить на стол испытуемое изделие и с помощью маховика **5** поджимать его к наконечнику до тех пор, пока большая стрелка индикатора не встанет на нуль черной шкалы, а малая – на черный штрих.

3. Приложить рукояткой **51** испытательную нагрузку, переместив ее в верхнее положение. На окончание внедрения указывает полная остановка большой стрелки.

4. Снять основную нагрузку возвратом рукоятки **51** в исходное нижнее положение.

5. Отсчитать твердость по шкале индикатора.
6. Отвести испытуемое изделие от наконечника, вращая маховик 5 против часовой стрелки, и снять изделие со стола.

## VII. ЗАДАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. По методикам, изложенным в разделах IV и VI, под руководством учебного мастера, провести замер твердости исследуемых образцов на твердомерах Бринелля и Роквелла.

2. Оформить полученные данные в виде протокола испытаний по прилагаемым формам.

3. Определить по числовому значению твердости по Бринеллю ориентировочные значения предела прочности и предела текучести исследуемой стали.

### ПРОТОКОЛ №1

испытания стали на твердость по Бринеллю

Исходные данные		Результаты опыта		
Толщина образца, мм		№ опыта	Диаметр отпечатка, мм	Число твердости, кгс/мм <sup>2</sup>
Диаметр шарика, мм		1		
Нагрузка, кгс		2		
Время выдержки, с		3		

### ПРОТОКОЛ №2

испытания стали на твердость по Роквеллу

№ опыта	Шкала	Наконечник	Нагрузка	Число твердости
1				
2				
3				

## VIII. СОДЕРЖАНИЕ ПИСЬМЕННОГО ОТЧЕТА

1. Характеристика твердости как свойства металла.
2. Сущность способов измерения твердости по методу Бринелля и Роквелла.
3. Выбор параметров испытания на твердость по методам Бринелля и Роквелла.
4. Заполнить протоколы 1, 2 испытания стали на твердость.

Рис. 1. Измерение твердости по Бринеллю

Рис. 2. Твердомер Бринелля

Рис. 3. Измерение твердости по Роквеллу

Рис. 4. Твердомер Роквелла

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Нижегородский государственный  
архитектурно-строительный университет»

---

Кафедра металлических конструкций

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛОВ**

Методические указания к лабораторной работе  
по дисциплине «Технология конструкционных материалов»  
для студентов направления 270100 - «Строительство»,  
профиль «Промышленное и гражданское строительство»

Нижний Новгород - 2009 г.



УДК 621.78

Определение твердости металлов: Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Технология конструкционных материалов» для студентов направления 270102 - «Строительство», профиль «Промышленное и гражданское строительство»: Нижний Новгород, ННГАСУ, 2009 г.

В методических указаниях дано понятие твердости и методов ее измерения. Даны зависимости между твердостью стали по Бринеллю и ее прочностными характеристиками. Описаны методики измерения твердости по Бринеллю (ГОСТ 9012-59) и по Роквеллу (ГОСТ 9013-59). Приведены схемы твердомеров Бринелля и Роквелла.

Рис. 4.

Составитель: В.М.Шилин.

Виктор Матвеевич Шилин

Определение твердости металлов

Подписано к печати \_\_\_\_\_, бумага газетная, формат 60x90 1/16  
офсетная, тираж 150 экз., заказ № \_\_\_\_\_. Уч.изд.л. \_\_\_\_\_ Усл.печ.л. \_\_\_\_\_

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 6039500, г.Н.Новгород, ул.Ильинская, 65.

Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, г.Н.Новгород, ул.Ильинская, 65.