

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Инноватика и менеджмент качества»

**ИЗМЕРЕНИЕ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛОВ
ПОРТАТИВНЫМ ТВЕРДОМЕРОМ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы
для студентов, обучающихся по направлению
27.03.01 «Стандартизация и метрология»



Курган 2015

Кафедра: «Инноватика и менеджмент качества»

Дисциплина: «Методы и средства измерения, испытаний и контроля»
(направления 27.03.01).

Составил: канд. техн. наук, доцент В.В. Марфицын,
канд. техн. наук, доцент В.Е. Овсянников.

Утверждены на заседании кафедры «25» февраля 2015 г.

Рекомендованы методическим советом университета «19» декабря 2014 г.

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Заключается в изучении основных теоретических положений, связанных с нормированием и измерением показателей твердости изделий, изготовленных из металлических материалов.

Средства измерения и измеряемые объекты.

а) портативный профилометр ТН130;

б) измеряемые образцы.

Требуется: определить параметры твердости измеряемых образцов.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Твердость определяет способность металла сопротивляться деформации на поверхности образца или изделия.

Испытания на твердость широко применяется в лабораторных и заводских условиях для характеристики механических свойств металлов и сплавов.

Твердость металлов измеряют при помощи воздействия на поверхность изделий наконечником, изготовленного из твердого материала (закаленная сталь, алмаз и др.) и имеющего форму шарика, конуса, пирамиды или иглы. По характеру воздействия наконечника различают несколько способов измерения твердости: а) метод вдавливания; б) метод отскока; в) метод царапания.

Твердость, определенная вдавливанием, характеризует сопротивление металла пластической деформации. Твердость, определенная по отскоку, характеризует упругие свойства. Твердость, определенная царапанием – сопротивление разрушению. Таким образом, твердость является специфическим свойством металла и при испытаниях на твердость могут измеряться упругие свойства металлов, сопротивление пластическим деформациям, сопротивление разрушению и др. Широкое применение испытаний на твердость в практике объясняется тем, что они не требуют длительного времени, специальных сложных образцов, могут проводиться на готовых изделиях без их разрушения и позволяют по эмпирическим соотношениям судить о других механических свойствах металла. Выбор формы, размеров наконечника и величины нагрузки зависит от целей испытания, структуры, ожидаемых свойств, состояний поверхности и размеров испытываемого образца.

Если металл имеет гетерогенную структуру с крупными выделениями отдельных структурных составляющих, различных по свойствам (например, серый чугун, подшипниковые сплавы), то для измерения твердости выбирают шарик большого диаметра.

При испытаниях металлов с высокой твердостью (например, закаленная сталь) применяют алмазный конус при снижении общей нагрузки (во избежание образования трещин в образце). Однако значительное снижение нагрузки нежелательно, т.к. приведет к резкому уменьшению деформируемого объема и может дать значения, не характерные для основной массы металла.

Измерение микротвердости имеет целью определить плотность отдельных зерен, фаз, структурных составляющих и поверхностных слоев металла при его химико-термической обработке.

Значительное влияние на результаты испытаний твердости оказывает состояние поверхности материала. Если поверхность неровная – криволинейная или с выступами – то отдельные участки в различной степени оказывают сопротивление вдавливанию, что приводит к ошибке при измерении твердости.

Измеряемая поверхность должна быть установлена горизонтально, т.е. перпендикулярно действию нагрузки. Противоположная сторона образца должна быть зачищена и не иметь окалины, т.к. последняя при нагружении сминается, что искажает результаты измерения. Метод вдавливания твердого наконечника получил наибольшее распространение в практике испытаний металлов. К этому методу относятся методы Бринелля, Роквелла, Виккерса. Измерение твердости этими методами стандартизированы и устанавливаются ГОСТами:

Бринелля – ГОСТ 9012-59, Роквелла – ГОСТ 9013-59, Виккерса – ГОСТ 2999-59.

На рисунке 1 показан диапазон значений твердости этих трех принципиально одинаковых методов, основанных на статическом вдавливании твердого наконечника.

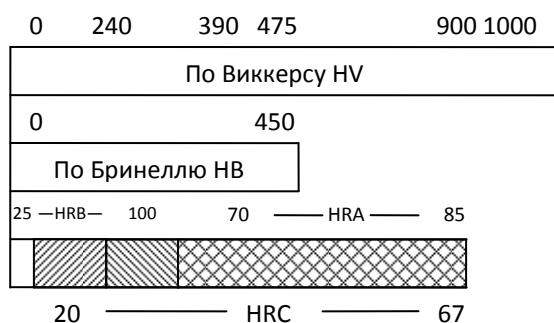


Рисунок 1 – Диапазон значений твердости

Схемы измерения твердости приведены на рисунке 2.

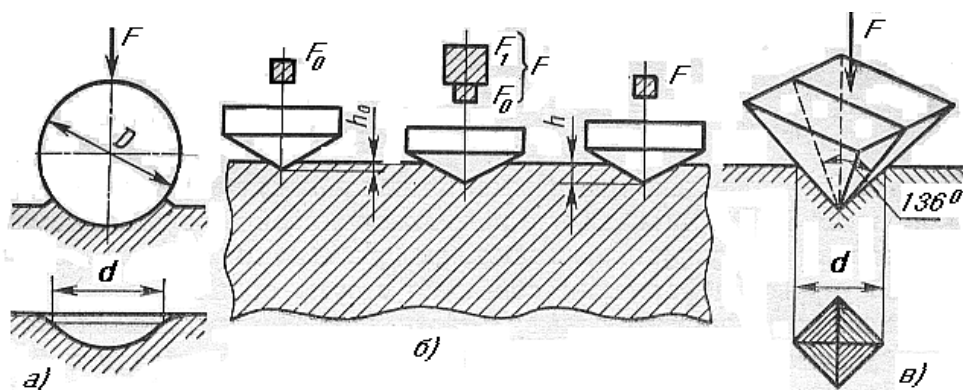


Рисунок 2 – Схемы измерения твердости

Сущность измерения по методу Бринеля заключается в том, что шарик (стальной или из твердого сплава) определенного диаметра под действием усилия, приложенного перпендикулярно поверхности образца, в течение определенного времени вдавливается в испытуемый металл (рисунок 2 а). Величину твердости по Бринеллю определяют исходя из измерений диаметра отпечатка после снятия усилия. Методы измерения по шкале Роквелла (рисунок 2 б) и Викерса (рисунок 2 в) отличаются тем, что наконечник имеет форму конуса и пирамиды соответственно.

3 ПРИНЦИП РАБОТЫ И КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРА

Общий вид прибора представлен на рисунке 3.



- 1 интегральный элемент соударения;
- 2 вход для зарядного устройства;
- 3 вход для подключения принтера;
- 4 жидкокристаллический дисплей;
- 5 выключатель мощности;
- 6 кнопка пуска ударного элемента;
- 7 катушка;
- 8 опорное кольцо;
- 9 нагружающее захватное устройство

Рисунок 3 – Внешний вид твердомера TH130

Метод измерения прибором TH130 основан на определении отношения скорости отскока к скорости соударения. Тестер можно соединить спринтером. Прибор может печатать данные в режиме реального времени. Прибор также может быть снабжен дополнительными опорными кольцами и другими специализированными устройствами.

Рекомендации по выбору шкалы измерения твердости приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Рекомендации по выбору шкалы измерения твердости



Твердость	HLD	HB	HRC	HRB	HRA	HV	HS
Материал							
Сталь и отливки	200-900	93-674	17.9-68.5	59.6-99.2	59.1-85.8	83-976	32.2-99.5
Сплавы и инструментальная сталь			20.4-67.1			80-898	
Нержавеющая сталь		85-655	19.6-62.4	46.5-99.9		85-862	
Серый чугун		93-334					
Чугунные отливки		131-387					
Литейные алюминиевые сплавы		27-159					
Латунь		40-173		13.5-95.9			
Бронза		60-290					
Деформирующие медные сплавы		45-315					

4. ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИБОРА

Внимание! Минимальный вес измеряемого образца не должен быть меньше 100 г, минимальная толщина – не меньше 5 мм и минимальная толщина упрочненного слоя не менее – 0,8 мм.

Основные функциональные клавиши

1 ON/OFF клавиша используется для включения прибора. В целях экономии энергии тестер выключается автоматически после 2 минут простоя.

2 Клавиша   используется для просмотра меню. При последовательном нажатии на дисплей выводятся следующие параметры:

I – Measuring direction (направление измерения);





II – Material (материал);

III – Hardness parameter (параметр твердости);



IV – Average (среднее число измерений);

V – Opt RETURN; (память или способ печати)

VI – ***TEST***; (внутренняя проверка).

3 Клавиша   используется для выбора параметров из пункта меню, устанавливаемого клавишей  . Возможны следующие варианты.

I Направление измерения (Dir)

Клавиша   используется чтобы выбрать следующие направления измерения:


- a) Вертикальное направление тестера: $+90^\circ$;
- b) Тестер под углом : $+45^\circ$ вниз;
- c) Горизонтальный тестер на вертикальной поверхности - угол 0° ;
- d) Тестер под углом -45° вверх;
- e) Тестер снизу вверх: -90° .

II Материал (Mat)

Можно выбрать следующие виды материалов при последовательном нажатии клавиши   :



- a) STEEL (allcarbonsteels/casts) - все углеродистые стали и отливки;
- b) CWT.STEEL (coldworktoolsteel) – холоднокатанная сталь;
- c) STAIN.ST (stainless steel) – нержавеющая сталь;
- d) GC.IRON (grey cast iron) – серый чугун;
- e) Nc.IRON (nodular cast iron) – высокопрочный чугун;
- f) C.ALLUMIN (cast aluminium) – литейные алюминиевые сплавы;
- g) BRASS – латуни;
- h) BRONZE – бронза;
- i) COPPER – медные сплавы.

III Твердость (Har)

Используя клавишу   , можно выбрать следующие шкалы измерения твердости:

- a) HRC (Rockwell C) – Роквелл (шкала C);
- b) HRB (Rockwell B) – Роквелл (шкала B);
- c) HRA (Rockwell A) – Роквелл (шкала A);
- d) HV (Vickers) – Виккерс;
- e) HS (Shore) – шкала Шора;
- f) HLD (Leeb) – шкала Либа;
- g) HB (Brinell) – шкала Бринелля.

Примечание: когда выбирается шкала измерения твердости, не соответствующая измеряемому материалу, прибор выдает ошибку.

IV Используя клавишу   можно выбрать число испытаний, по которому вычисляется среднее (Ave). Число испытаний задается в пределах 1...9.

V Opt. RETURN

В данном пункте меню возможно выбрать следующие установки:

- a) Opt PRT OFF – принтер выключен;
- b) Opt PRT ON – принтер включен;

- c) Opt PRT MEM – печать содержимого памяти ;
- d) Opt MEM OFF – память закрыта (запись не производится);
- e) Opt MEM ON – память открыта (запись производится);
- f) Opt MEM CLR – очистка памяти.

VI TEST

При нажатии клавиши  выполняется внутреннее тестирование прибора.

5 УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

- 1 Изучить теоретические положения контроля параметров твердости.
 - 2 Изучить конструкцию и правила использования твердомера ТН130.
 - 3 Протереть измеряемый образец ветошью.
 - 4 Выбрать направление измерения (см. пункт I).
 - 5 Выбрать измеряемый материал (см. пункт II).
 - 6 Выбрать шкалу измерения HRC (см. пункт III).
 - 7 Установить количество измерений для вычисления среднего 5 (см. пункт IV).
 - 8 Измерить параметры твердости.
 - 9 Выбрать шкалу измерения HLD (см. пункт III).
 - 10 Установить количество измерений для вычисления среднего 5 (см. пункт IV).
 - 11 Измерить параметры твердости.
- Пункты с 6 по 11 повторяются для каждого из образцов.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- 1 тему;
- 2 цель работы;
- 3 краткие теоретические сведения по нормированию параметров твердости и методах их измерения;
- 4 результаты измерений, оформленные в виде таблицы:

Таблица 2 – Результаты измерений

Номер образца	Твердость по HRC	Твердость по HLD
1		

	HRC _{ср}	HLD _{ср}
...		

Здесь HRC_{ср} и HLD_{ср} – средние значения параметров твердости

6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Дайте определение понятия твердость.
- 2 Какие существуют методы измерения твердости по характеру воздействия наконечника?
- 3 Какие шкалы наиболее часто используются для измерения твердости?
- 4 Чем отличается процесс измерения твердости по разным шкалам?
- 5 На чем основано измерение твердости прибором ТН 130?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ключев, В. В. Неразрушающий контроль и диагностика [Текст]: справочник : в 3 томах / В. В. Ключев. – М. : Машиностроение, 2003.
- 2 Справочник по производственному контролю в машиностроении / под ред. А. К. Кутая 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, 1974. – 676 с.
- 3 Технический контроль в машиностроении: Справочник проектировщика / под общ. ред. В. Н. Чупырина. – М. : Машиностроение, 1987. – 512 с.
- 4 Шатов, Ю. С. Измерение твердости металлов [Текст] : методические указания к лабораторным работам для студентов специальностей 150105, 150702 / Ю. С. Шатов, И. П. Горбунов, А. Г. Гвоздев. – Липецк: изд-во Липецкого гос. техн. ун-та, 2006. – 33 с.
- 5 Сайт кафедры технологии материалов Морского государственного университета им. адмирала Г.И. Невельского. URL: http://tm.msun.ru/tm/educate/Eumk/Mado1/Mal_tar/Labor1/Lab_1.htm (дата обращения 25.01.15)
- 6 Портативный твердомер ТН 130: инструкция по эксплуатации. URL: <http://impuls-ndt.ru/tfpdf/ex.php?id=4886> (дата обращения 25.01.15)

Марфицын Валерий Владимирович
Овсянников Виктор Евгеньевич

**ИЗМЕРЕНИЕ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛОВ
ПОРТАТИВНЫМ ТВЕРДОМЕРОМ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов,
обучающихся по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология»

Редактор Е.А. Могутова

Подписано в печать	Формат 60×84 1/16	Бумага 65 г/м ³
Печать цифровая	Усл.печ.л. 0,75	Уч.-изд.л. 0,75
Заказ	Тираж 25	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета.
640000, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.