

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЁРДОСТИ ОБРАЗЦОВ ИЗ СТАЛИ И ПОЛИМЕРА ОСНОВНЫМИ МЕТОДАМИ ИЗМЕРЕНИЯ

*Каретникова Анастасия Андреевна, Конюшко Елизавета Юрьевна,
Якубович Анна Дмитриевна, студенты 2-го курса,
кафедры «Математические методы в строительстве»
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Вербицкая О.Л., канд. техн. наук, доцент)*

Твёрдость – способность материала сопротивляться пластической деформации или умение противостоять проникновению одного материала в другой. Твёрдость обусловлена структурой материала; при изменении температуры или после термической, механической или другой обработки изменяется в том же направлении, что и предел текучести.

Совместно с преподавателями Белорусско-Российского университета мы провели несколько экспериментов на определение твёрдости различных материалов.

Рассмотрим некоторые основные методы измерения твёрдости. Одним из таких будет метод Бринелля. Проводя эксперимент мы с помощью экспериментальной установки вдавливали стальной шарик диаметром 10 мм при нагрузке 29420 Н в испытуемый образец. Зная нагрузку, с которой шарик вдавливался в изделие, диаметр шарика и диаметр отпечатка, можно найти твёрдость как отношение приложенной нагрузки к поверхности отпечатка по формуле
$$HB = \frac{0,102 \cdot 2F}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$
. В качестве образца использовалась незакалённая сталь. После вычислений стало понятно, что твёрдость по методу Бринелля у неё равна 24 HB (Рис.1).



Рисунок 1 – Экспериментальная установка, образец

Следующий метод, метод Роквелла. Используется как для хрупких, но очень твёрдых, мягких, закалённых материалов, так и для тонких и твёрдых поверхностных слоёв. К образцу, вершиной алмазного конуса, угол которой 120° , или стальным шариком диаметром 1,58 мм, последовательно прикладывается предварительная нагрузка F_0 и основная нагрузка F_1 . После снятия основной нагрузки измеряется остаточное увеличение глубины внедрения наконечника

$e = (h-h_0)/0,002$, где h_0 – глубина вдавливания при нагружении образца только предварительной нагрузкой, а h – глубина вдавливания после снятия всех нагрузок.

На испытательной установке существует 3 шкалы. Шкала А и С используются при работе с конусом, а шкала В с шариком. Так твёрдость по Роквеллу находится по формулам $HRC(A)=100-e$ или $HRB=180-e$.

В этот раз образцом для испытания стала закалённая Сталь 45. Судя по результатам опыта твёрдость по Роквеллу равна 60. В зависимости от вида отпуска значения могут изменяться до 45-32. Всё для того чтобы увеличить пластичность (Рис. 2).



Рисунок 2 – Экспериментальная установка, образец

Закаляя образец нам нужно было разогреть печь до 900° , продержать там образец 30 минут и, достав из печи, быстро окунуть его в воду. Закалка меняет микроструктуру материала, что можно увидеть на рисунке 3.



Рисунок 3 – Микроструктура стали.

Для определения твёрдости пластмасс, полимеров и каучуков используем метод Шора вдавливанием. В этом методе мы определяли глубину проникновения в материал специальной закаленной стальной иглы под действием калиброванной пружины. Для дюрометра типа А, используемого для мягких материалов, рекомендуется масса груза 1 кг, а для дюрометра типа D, используемого для более твёрдых материалов, — 5 кг. Твёрдость, определённая по этому методу, обозначается буквой используемой шкалы, записываемой после числа с указанием метода. По результатам измерения твёрдость нашего образца примерно равна 50D, что сопоставимо с твёрдостью литого колёсика от чемодана (Рис. 4).



Рисунок 4 – Дюрометр и образец.

Литература:

1. Зубченко А.С., Колосков М.М., Каширский Ю.В. Таблица твердости по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу, Шору // ТЭККОС – 2003 – Режим доступа: <https://tekkos.ru/katalog/poleznaya-informatsiya/tablica-tverdosti-po-brinellyu-rokvellu-vickersu-shoru.html?ysclid=lhwadbj0wi906214198> – Дата доступа: 18.05.2023.