

## ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛА ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ТВЕРДОСТИ

*Студенты – Слепцов Н.В., 20 мо, 3 курс, ФТС;  
Волчок К.А., 67 м, 2 курс, АМФ;  
Игнатенко А.В., 67 м, 2 курс, АМФ*

*Научный*

*руководитель – Колоско Д.Н., к.т.н., доцент  
УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

В механике материалов под термином «прочность» понимается способность деталей машин и элементов конструкций воспринимать внешние нагрузки без разрушения. Численной характеристикой этого свойства является предел прочности  $\sigma_B$  (временное сопротивление) для хрупких и предел текучести  $\sigma_T$  для пластичных материалов.

Определяются эти пределы испытаниями на растяжение, методика предела прочности материала. Например, предел прочности при сжатии малых образцов получается выше, чем образцов большего размера. В этом случае заслуживает внимания существующее положение, что необязательно оценивать поведение материала при том виде нагружения, при котором он работает.

Влияет на результат испытаний и форма образца. С увеличением размеров образца, главным образом его высоты, влияние сил трения снижается, под нагрузкой образец разрушается от поперечного разрушения. Предел прочности материалов – условная величина, которая зависит от множества факторов: температура и влажность в помещении, скорость приложения нагрузки и т.д.

Твердость – свойство материала сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела.

При вдавливании индентора (измерение твердости) материал ведет себя аналогично растяжению: сначала испытывает упругую деформацию, затем пластическую и, наконец, разрушение. Это позволяет оценивать прочность по показателю твердости материала,

между которыми существуют эмпирические зависимости. Распространенность использования показателя твердости объясняется простотой его реализации и универсальностью - нет необходимости изготовления специальных образцов.

Для оценки качества изделий в производственных условиях наиболее распространенными способами измерения твердости материалов являются методы Бринелля, Роквелла и Виккерса.

При измерении твердости по Бринеллю в качестве индентора используются твердые шарики различных диаметров (рис. 1). Этот метод пригоден только для достаточно мягких материалов и изделий определенной толщины с учетом диаметра индентора.

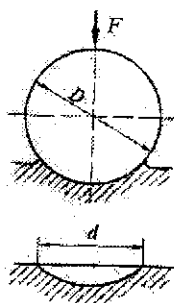


Рисунок 1 - Определение твердости материала по методу Бринелля

В тех случаях, когда невозможно или сложно оценить показатель прочности материала, единственным способом оценки этого свойства является твердость. Для различных групп материалов существуют эмпирические зависимости, устанавливающие связь между прочностью и твердостью по Бринеллю. Так, для сталей с твердостью 120 – 170 *HBW* зависимость между пределом прочности и показателем твердости имеет вид [1]:

$$\sigma_B = 0,34HB, \quad (1)$$

для сталей с твердостью 170 – 450 *HBW*:

$$\sigma_B = 0,35HB, \quad (2)$$

для сплавов на основе меди:

$$\sigma_B = 0,45HB. \quad (3)$$

Следует отметить, что все приведенные зависимости приближенные, и могут использоваться только для пластичных материалов.

Показатель твердости материала по методу Роквелла определяется не отношением нагрузки к площади отпечатка, а расстоянием, которое вершина наконечника не достигла при испытании условного уровня по глубине 0,2 мм проникновения, принимаемого за нуль твердости. В отличие от метода Бринелля, индентором является алмазный конус, имеющий угол при вершине  $120^\circ$  (рис. 2).

Сначала конус вдавливается на глубину  $h_0$  предварительной нагрузкой  $F_0$ , которая не снимается до конца испытания. Затем к конусу прикладывается нагрузка  $F = F_0 + F_1$ . После снятия нагрузки оставшаяся глубина погружения  $h$  определяет число твердости по Роквеллу ( $HRC$ ).

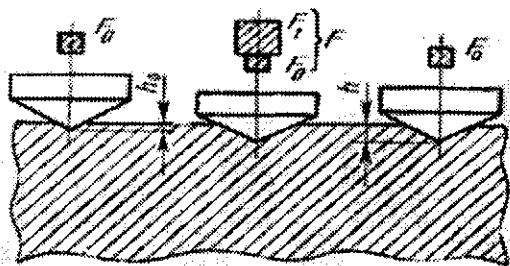


Рисунок 2 – Определение твердости материала по методу Роквелла

Определение показателя твердости по методу Виккерса отличается от предыдущего тем, что в поверхность вдавливается алмазный индентор в форме четырёхгранной пирамиды, имеющей угол при вершине  $136^\circ$ . Твердость определяется путём деления нагрузки  $F$  на площадь боковой поверхности отпечатка (рис. 3).

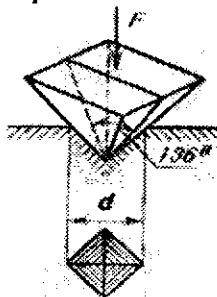


Рисунок – 3. Определение твердости материала по методу Виккерса

Для получения эмпирических зависимостей, устанавливающих зависимости между пределом прочности и показателем твердости по методам Виккерса и Роквелла, используется таблица 1 [2].

Таблица 1 – Перевод показателей твердости

Твердость по Бринеллю ( $D = 10$ мм, $F = 3000$ Н), $HB$	Твердость по Роквеллу ( $F = 150$ Н), $HRC$	Твердость по Виккерсу, $HV$
143	-	143
149	-	149
156	-	155
163	2	162
170	4	171
179	7	178
187	9	186
197	12	197
207	14	208

Пределы текучести и прочности как механические характеристики материала являются интегральными характеристиками всего испытуемого образца материала и зависят от формы образца и условий испытаний. Показатели твердости отражают свойства материала при локальном нагружении вдавливанием индентора.

Интегральные свойства материала невозможно полностью вывести из локальных, но приведенные эмпирические зависимости и таблица перевода показателей твердости позволяют приблизительно оценить прочность, зная показатель твердости материала.

1. Мошенок, В.И. Сравнение показателей прочности, определённой при испытаниях на растяжение, и по значениям твёрдости / В.И. Мошенок, Н.А. Лалазарова, И.В. Дошечкина, С.В. Демченко // Вестник ХНАДУ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article>.

2. Определение твердости металлов / Справочник по цветным металлам [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://libmetal.ru/prop/tverd.htm>