



«Методы определения твёрдости и прочности материалов»

Лекция 1

Понятие твёрдости.

**Профессор Мощенок В.И.
Доцент Лалазарова Н.А.**

Содержание

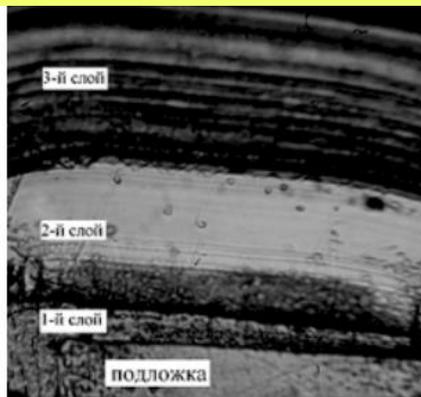


1.1. Понятие твёрдости.

1.1. Понятие твёрдости

Современное производство тесно связано с определением твердости материалов на всех этапах своего развития.

Это свойство широко используют как для оценки качества материалов после различных способов их получения и обработки, так и для массового контроля готовых изделий.



Карбохромовое покрытие

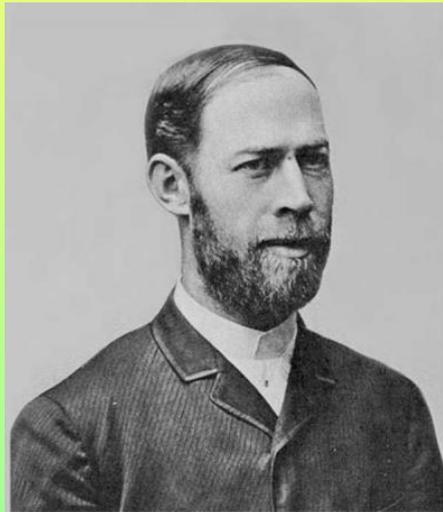
Наиболее актуально определение твердости в условиях стремительного развития технологий модификации поверхности, нанотехнологий и появления новых наноматериалов.

Без оценки твердости невозможна градация наноматериалов по свойствам и экспресс-оценка их эксплуатационных характеристик. Однако до последнего времени нет достаточно полной теории твердости, описывающей процессы индентирования материалов как в макро-, так в микро- и нанодиапазонах.

Понятие твёрдости

Развитию теории твердости в большой степени способствовал один из ее основоположников **Генрих Герц**, который еще в 1881 г. отмечал, что «твердость – общепринятое свойство, и каждый проходящий перед моими окнами считает, что знает о твердости не меньше, чем я».

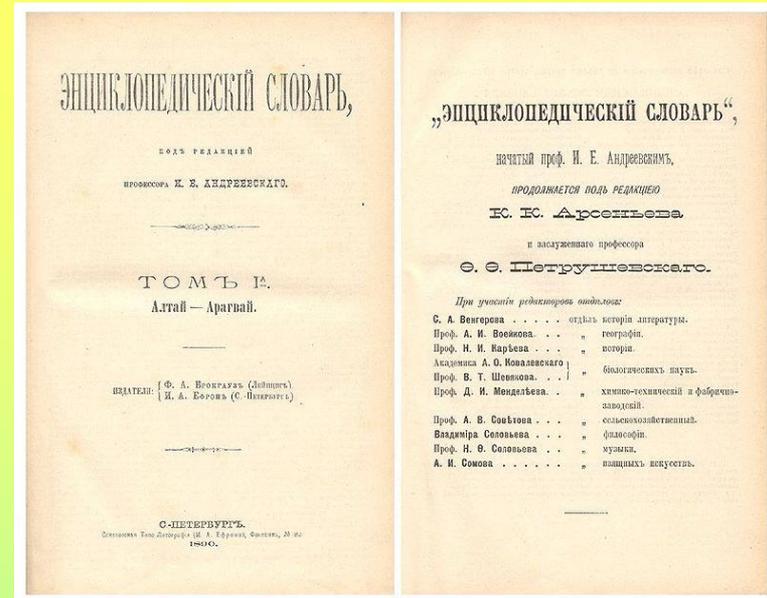
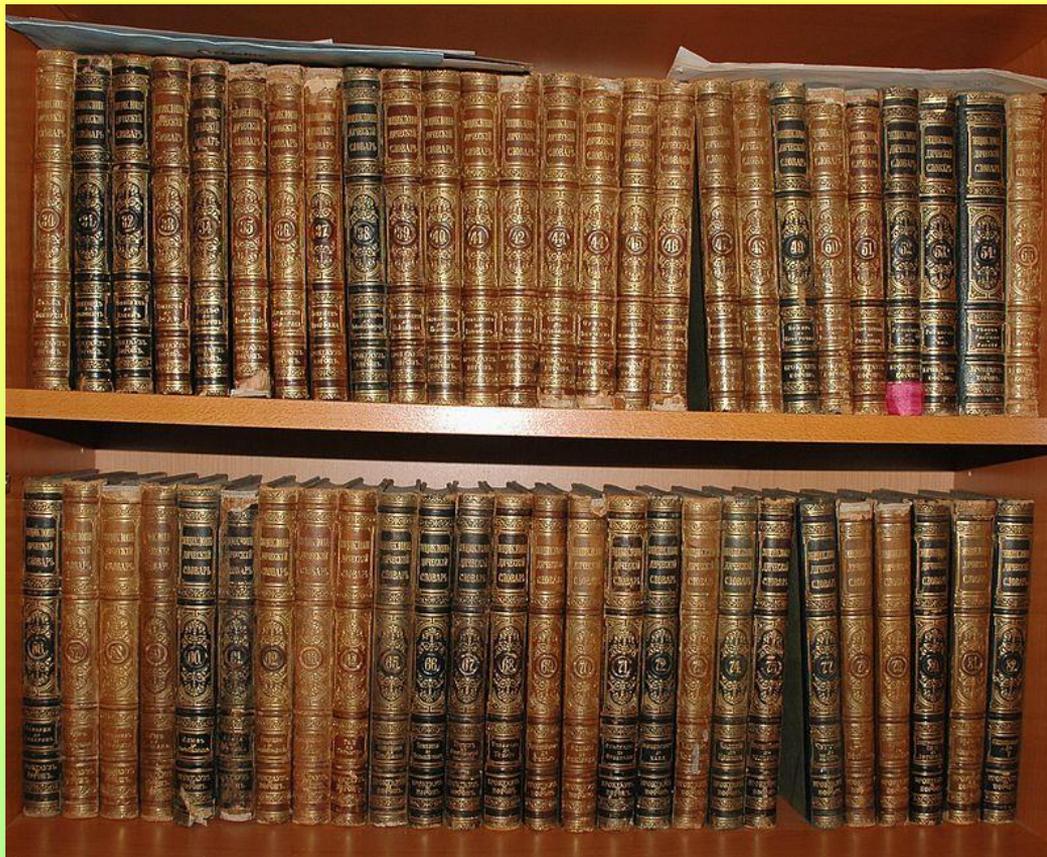
Он же ввел одно из первых **понятий твердости**, которое рассматривал как **нагрузку**, соответствующую началу пластической деформации при **вдавливании шара в плоскость**.



Генрих Рудольф Герц - немецкий физик (1857-1894)

Проанализировав имеющуюся информацию, Брокгауз и Ефрон в своей знаменитой энциклопедии в 1901 г. дают следующее определение этого понятия:

«твердость рассматривается как сопротивление тела углублению, производимому в нем другим телом, более твердым».

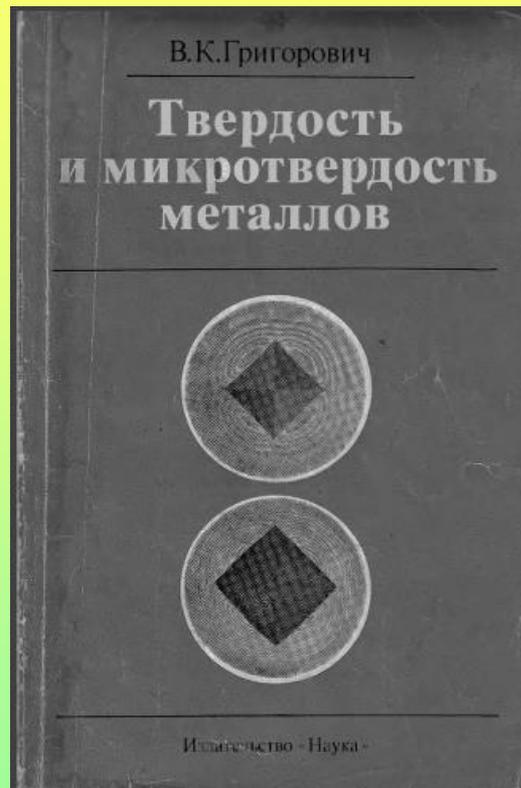


Коллекция из 86 томов Брокгауза и Ефрона
«Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона – универсальная
энциклопедия на русском языке - выпущена
акционерным издательским обществом Ф.А. Брокгауз –И.А. Ефрон
(Петербург) в 1890-1907 годах.

Понятие твёрдости

Толкование этого определения продолжается и до сегодняшнего дня.

Например, В.К.Григорович акцентирует внимание на том, что понятие «твёрдость» без указания конкретных условий ее измерения почти не имеет смысла.



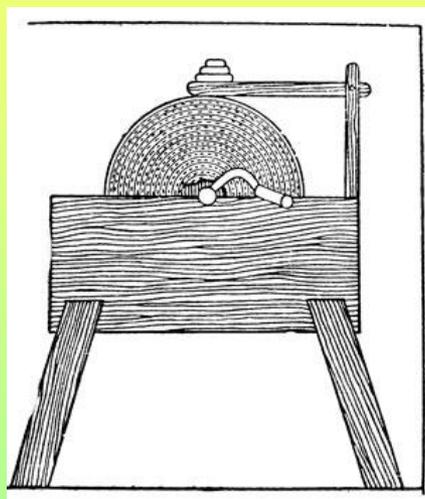
Согласно В.К.Григоровичу, твёрдость представляет собой характеристику прочности материала в условиях сложнапряженного состояния, возникающего при внедрении индентора.

К такому же выводу приходит и В.Г. Гешелин в 2004 г., отмечая, что невозможно дать точное определение твёрдости безотносительно к конкретному способу нагружения

Понятие твёрдости

Некоторые учёные определили **твёрдость как способность металла сопротивляться проникновению в него более твёрдого тела**. Таким образом, авторы ограничивают область применения метода оценки твёрдости только металлами.

Несколько шире дают определение твёрдости О.В. Травин и Н.Т. Травина: **«Твёрдостью называется сопротивление материала пластической деформации при контактных напряжениях, т.е. напряжениях, резко изменяющихся в поверхностном слое»**.



Прибор Ломоносова для определения твёрдости тел

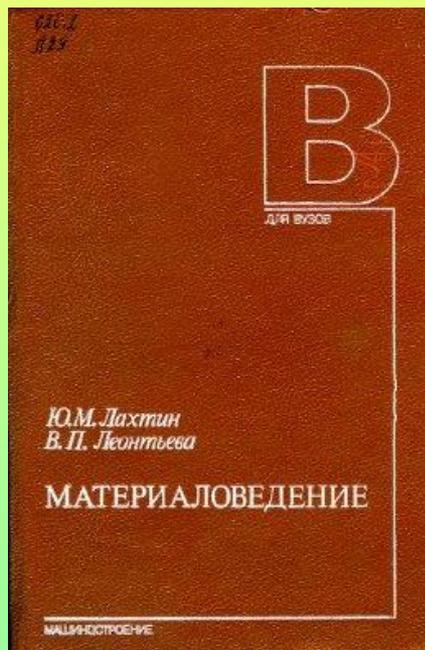
Эти авторы относят определение твёрдости уже к материалам, а не металлам,

тем не менее ограничивают его сопротивлением только пластическим деформациям, совершенно игнорируя сопротивление упругим деформациям.

Понятие твёрдости

Похожее по смыслу определение твердости приводит и Ю.М. Лахтин в 1983 г.: «Твердость металлов – это свойство материала сопротивляться пластической деформации при контактном воздействии (внедрении) индентора на поверхностные слои материала».

В этом определении термины металл и материал принимаются тождественными и



также делается акцент на сопротивление материала именно пластическим деформациям.

И при этом также оставляет без внимания сопротивление упругой составляющей при испытаниях на твердость.

Понятие твёрдости

Аналогичное определение дают Ю.А. Геллер, А.Г. Рахштадт, Я.Б. Фридман в 1989 г., согласно их трактовке **«Твёрдость характеризует сопротивление пластической деформации и составляет механическое свойство металла, отличающееся от других по способу измерения».**

Снова во внимание принимается только пластическая составляющая деформации и только применительно к металлам.



Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г.
Материаловедение.-М.: Маш-е, 1983.-84с.

Также считает и Р.К.Мозберг, акцентируя внимание в определении твердости только на сопротивлении материала пластическим деформациям:

«твёрдость при исследованиях методами вдавливания характеризует сопротивление металла пластическим деформациям».

Понятие твёрдости

Более неопределенное толкование понятия твердости приводят Ю.Т. Чумаченко и др.: «Твердость – это механическая характеристика материалов, которая отражает прочность, пластичность, а также свойства поверхностного слоя изделий».

Такое утверждение фактически еще больше делает расплывчатым понятие «твердость», смешивая его с другими характеристиками, такими как прочность, пластичность и т.д.



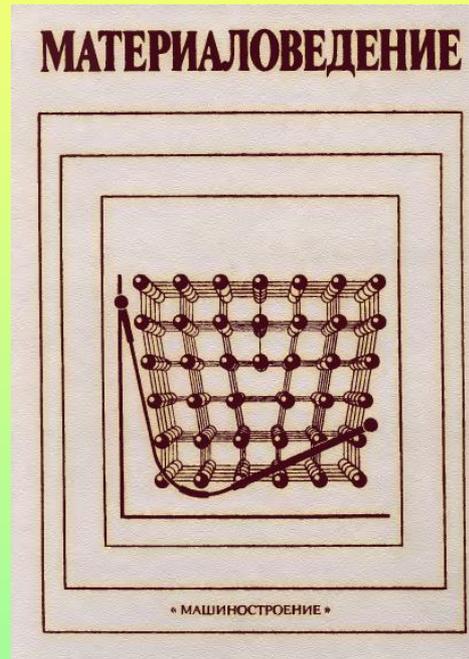
В этом определении понятие «твердость» также относится к металлам, не учитывая, что и неметаллические материалы могут сопротивляться деформациям при местном силовом контакте,

преодолевая вначале упругое сопротивление при внедрении твердого тела, а затем сопротивление пластической деформации.

Понятие твёрдости

В.С. Золотаревский под твердостью понимает «Свойство поверхностного слоя материала сопротивляться упругой и пластической деформации или разрушению при местных контактных

воздействиях со стороны другого, более твердого и не получающего остаточной деформации тела определенной формы и размера».



В этом определении есть уже все основные черты этого понятия: область применения – материалы (а не только металлы); вид принимаемой во внимание деформации – упругая и пластическая.

Арзамасов Б.Н. и др. Материаловедение.-М.: Маш-е, 1986.-384с.

И обобщающее понятие твердости как способности материала оказывать сопротивление проникновению в него более твердого индентора приводят Дальский А.М., Арзамасов В.Н. , Большаков В.И.

Понятие твёрдости

Аналогичного мнения придерживаются и американские ученые, подтверждая, что **твёрдость является мерой сопротивления материала деформации при приложении нагрузки в области контакта индентора с материалом.**

Фетисов Г.П. констатирует, что **твёрдость — это способность материала оказывать сопротивление не только упругой и пластической деформациям, но и разрушению.**



Сделав глубокий анализ понятий твёрдости, Б.И. Пилипчук приходит к выводу,

что **«твёрдость должна характеризоваться не одним числом, а целой кривой в зависимости от доли пластической деформации в полной деформации».**

Понятие твёрдости

Анализируя вышесказанное, можно выделить как минимум 5 основных наиболее распространенных трактовок понятия «твёрдость», которые отображают современное состояние проблемы:

а) твёрдость – это способность металла сопротивляться пластическим деформациям

б) твёрдость – это способность материала сопротивляться пластическим деформациям

в) твёрдость – это способность материала сопротивляться упругим и пластическим деформациям

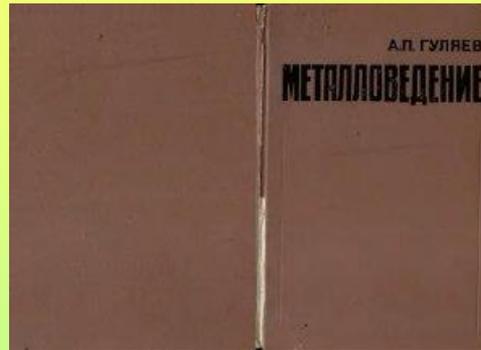
г) твёрдость – это способность материала сопротивляться внедрению в него более твёрдого тела – индентора

д) не существует точного и определенного, с физической точки зрения, понятия «твёрдость»

Понятие твёрдости

Еще в 1975 г. Ван Флек отмечал, что «твёрдость нельзя рассматривать как «простое» свойство, поскольку во время испытания создается сложная картина напряжения».

А.П.Гуляев также подчеркивает, что «при деформации вдавливанием напряжение неравномерно распределяется по поверхности во время испытания, поэтому деление нагрузки на поверхность отпечатка не имеет четкого физического смысла»,



Гуляев А.П.
Металловедение.
Учебник. - М.:
Металлургия,
1977. - 650с.

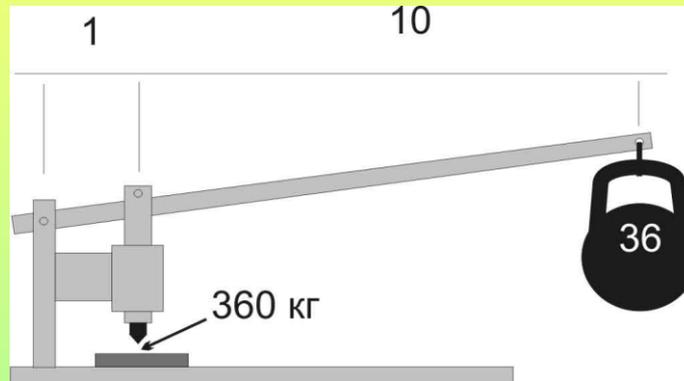
а само измерение твёрдости автор предлагает считать технологической пробой без указания размерности, которая косвенно характеризует прочность материала.

Разнообразие методов, разный физический смысл чисел твёрдости не позволяют дать единого его определения как механического свойства.

Понятие твёрдости

При неодинаковых условиях испытания различными методами твердость может отражать упругие свойства, сопротивление большим и малым пластическим деформациям или разрушению.

Таким образом, до настоящего времени продолжают дискуссии по поводу наличия либо отсутствия строго научного



и точного определения понятия «твердость».

Твёрдость - ?

Необходимы унификация испытаний путем отработки более точного, информативного и перспективного метода, более глубокое теоретическое обоснование сущности такого свойства как твердость и практическое подтверждение ему.

Задания для самостоятельной работы

1. Почему метод определения твёрдости имеет такое широкое применение?

2. Назовите учёных, которые внесли наибольший вклад в формирование понятия «твёрдость» ?

3. Приведите основные трактовки понятия «твёрдость».



Кафедра технології металлов и матеріалознавства

Лалазарова Наталиа Алексеевна

E-mail: lalaz1991@mail.ru

г. Харьков, ул. Петровского, 25, ХНАДУ, КАФЕДРА ТМ и М

Tel.(8-057)707-37-92

