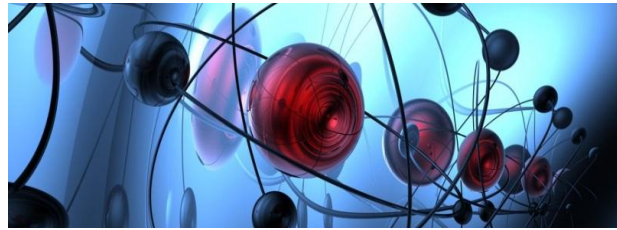


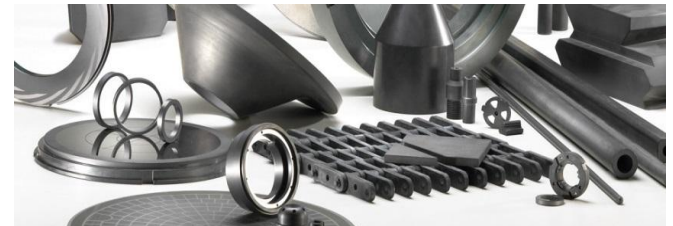


ПОЛИТЕХ
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого



ПОЛИТЕХ
Институт металлургии,
машиностроения и транспорта

Методы измерения твердости и микротвердости материалов

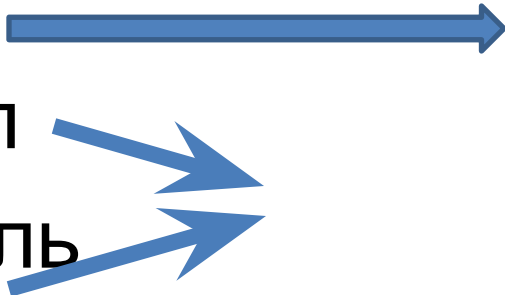


Зачем?

- Для изучения неоднородности распределения растворимых примесей по зерну
- Для исследования пластической деформации
- Для определения состава и свойств неизвестного материала
- Для построения диаграмм фазового равновесия
- Для исследования процессов диффузии и ликвационных явлений в сплавах

Твердость

Способность материала сопротивляться упругой и пластической деформации при внедрении в него более твердого тела (индентора)

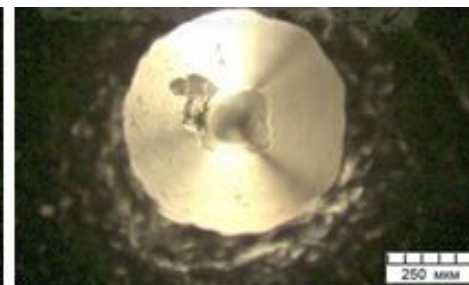
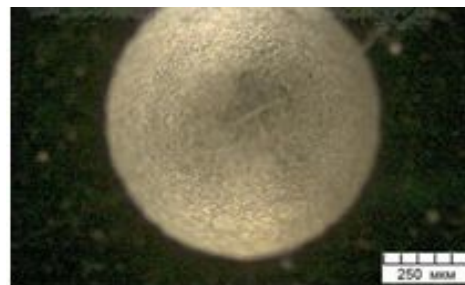
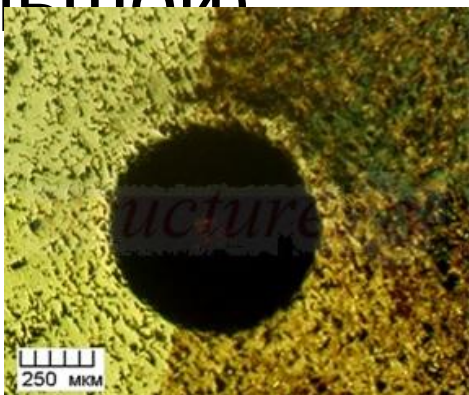
- Роквелл
 - Бринелль
 - Виккерс
- 
- Глубина проникновения индентора
 - Площадь поверхности отпечатка

Твердость по Бринеллю

- шарик из твердого сплава (большой индентор)
- твердость «в общем», т.е. усредненно (например, для неоднородных структур)
- Не очень твердые материалы, сплавы цветмет, пластмассы

Твердость по Роквеллу

- для твердых материалов
- тоже усреднение значения твердости
- индентор: стальной конус, шарик, алмазная пирамида (отпечаток тоже большой)



Отпечаток твердости по Роквеллу на шлифе чугуна (индентор-шарик)

Отпечатки индентора твердомера Роквелла а-шарик, б-алмазная пирамида

Роквелл и Бринелль: в чем разница?

- Бринелль – частное от деления усилия вдавливания на площадь отпечатка
- Роквелл – отношение глубины проникновения индентора к единице деления шкалы прибора, который измеряет эту глубину

Поэтому твердость по Роквеллу безразмерная, а по Бринеллю – измеряется в кг/мм²).

Что делать, если...

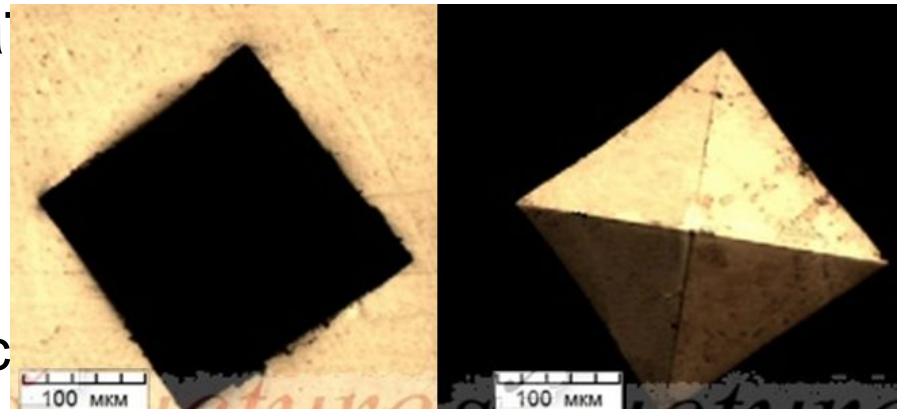
- образец очень мал
- надо измерить твердость объекта меньшей величины, чем величина отпечатка индентора Бринелля или Роквелла
- изучить объект пофазово/точечно

ПОЛЬЗУЕМСЯ МЕТОДОМ ПО
ВИККЕРСУ

Твердость по Виккерсу

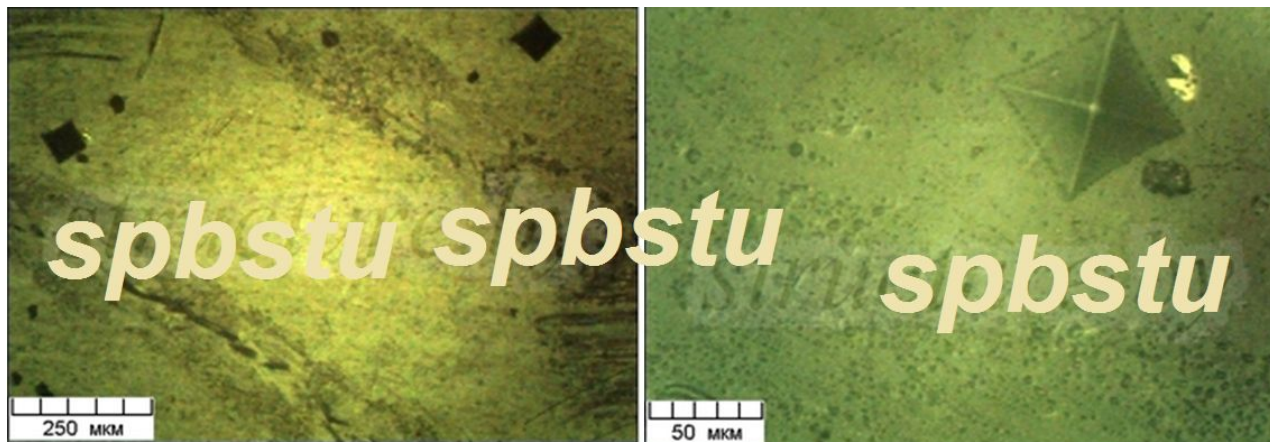
- метод измерения микротвердости
- индентор – алмазная пирамида
- твердость – тоже усредненная, НО усреднение берется по гораздо меньшей площади
- можно оценить вклад границ зерен в значение твердости, т.е. показать величины зерна

Отпечатки твердости по Виккерсу в светлом (а) и темном (б) поле



Микротвердость ПТФЭ

- Отпечаток (полученный при небольшой нагрузке) хорошо виден (а). При повышении увеличения можно рассмотреть отпечаток в деталях (б).
- Отпечатки вогнутые, сама пирамида имеет правильную форму => изменение геометрии отпечатка – это уже реакция материала после снятия нагрузки.
- Если стороны отпечатка вогнутые, значит, материал стремится вернуть себе сплошность в месте внедрения индентора => в материале работают напряжения сжатия.



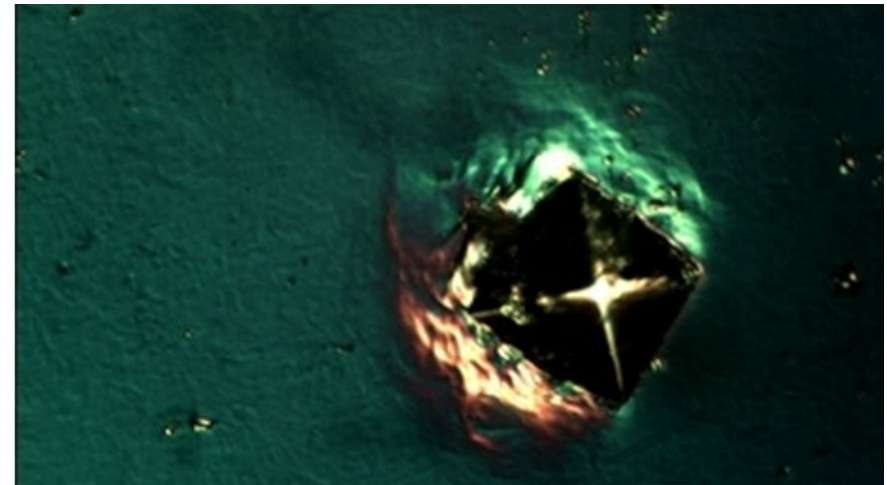
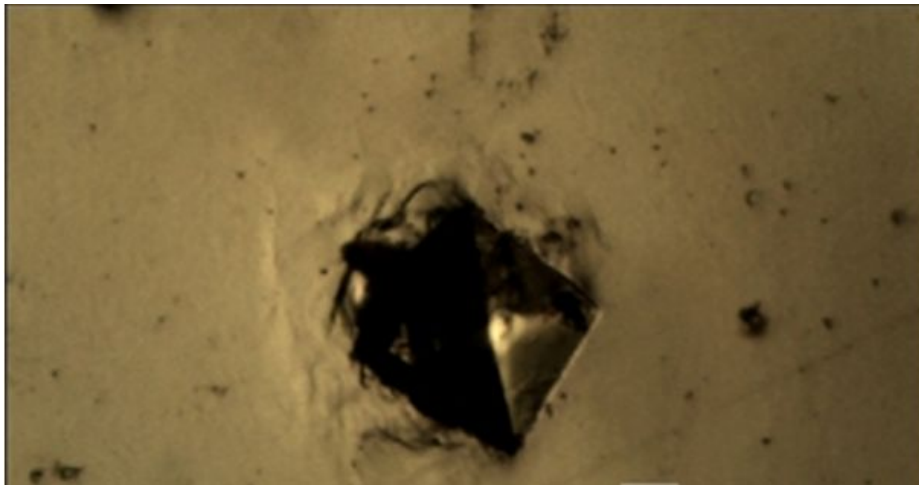
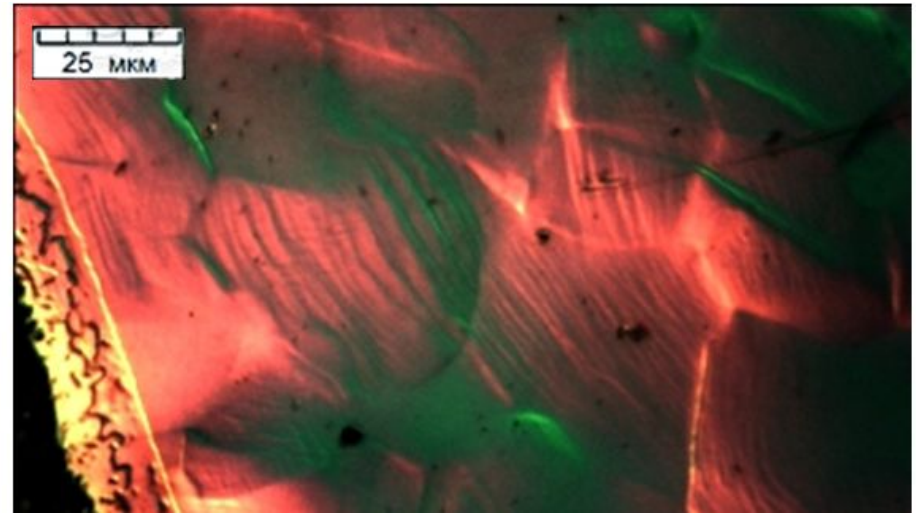
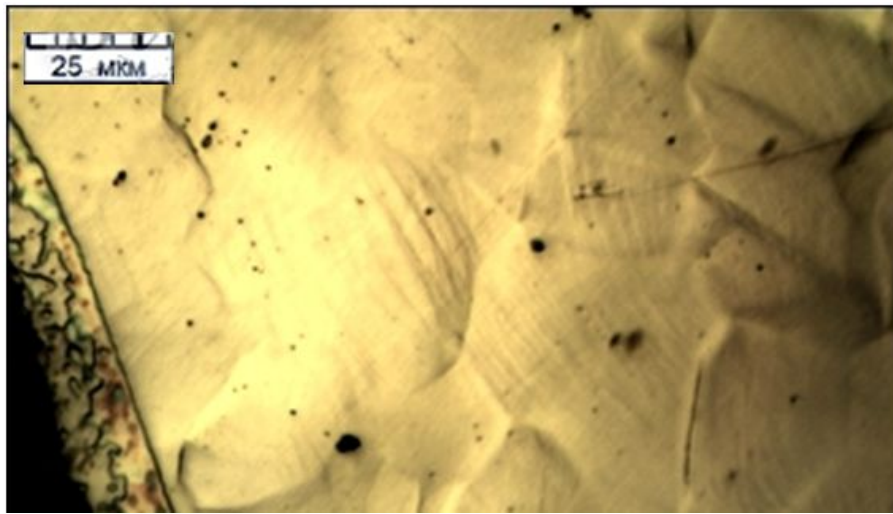
а

б

Соотношение между различными методами измерения твердости



- Отпечатки твердости по Бринеллю, Роквеллу, микротвердомера ПМТ-3:
- 1 - отпечаток Бринелля (нагрузка 600 кг),
 - 2 - отпечаток Роквелла (шарик, нагрузка 100 кг),
 - 3 - отпечаток Роквелла (пирамида, нагрузка 60 кг),
 - 4 - отпечатки микротвердости (нагрузка 50, 100 и 200г).¹⁰



Деформированная зона вокруг отпечатка индентора твердомера Роквелла (вверху) и отпечатки индентора микротвердомера (внизу): светлое поле и дифференциально-интерференционный контраст

Летучка

Другие методы измерения твердости и микротвердости