



## QNESS GmbH

Адрес: Reitbauernweg 26  
5440 Golling, Австрия

Тел.: +43 (0) 6244 34393  
Факс: +43 (0) 6244 34393-30

Эл. почта: office@qness.ru  
Сайт: www.qness.ru

## Проблемы определения твердости керамических материалов

### Введение

В таких сферах, как разработка медицинской продукции, автомобильная или электронная промышленность, широко применяется керамика технического назначения — не только для изготовления деталей, но и в качестве покрытия с высокой стойкостью к износу и высоким температурам, не подверженного коррозии и не обладающего проводящими свойствами. Помимо таких свойств, как низкая плотность и низкое тепловое расширение, керамические изделия демонстрируют высокую твердость, но при этом низкую стойкость к растрескиванию и высокий модуль упругости. Эти механические свойства позволяют использовать керамические изделия при изготовлении конденсаторов, изоляторов, форсунок или лопастей, подшипников, компонентов насосов, а также покрытий для металлических деталей.

Определение твердости исключительно важно для определения механической прочности керамических деталей, подвергаемых значительному износу — как правило, фрикционных подшипников, тормозных дисков или лопастей турбин.

Чаще всего твердость керамики определяется по методу Виккерса, с незначительным давлением индентора; для определения твердости покрытий используется метод Кнупа, так как глубина погружения индентора невелика, а образование трещин минимально.

### Подготовка образцов керамики для определения твердости

Оптическое определение твердости, например по Виккерсу или Кнупу, в значительной степени зависит от качества подготовки поверхности образца. В большинстве случаев керамические поверхности не отличаются большой гладкостью. Соответственно, качество поверхности значительно зависит от размера кристаллов и геометрических свойств материала. Для получения поверхности, пригодной для определения твердости, необходимо выполнить ее финальное полирование, чтобы

след индентора был максимально четко виден. В зависимости от свойств сырьевого материала, поверхность образца для материалогографического анализа может выглядеть очень темной или даже черной, что затрудняет микроскопический анализ.

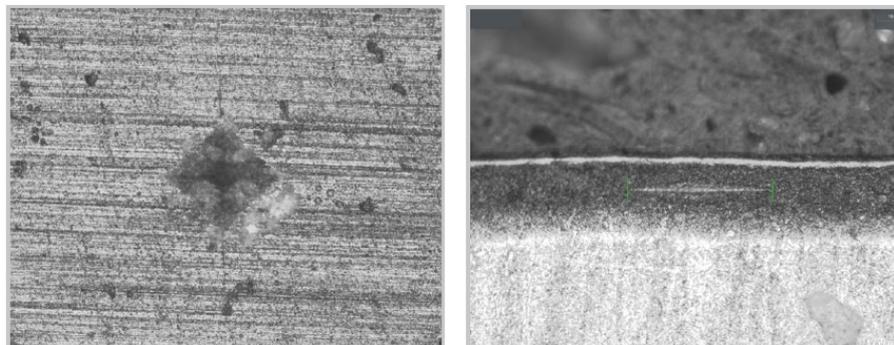


Рис. 1  
Слева: Поверхность образца после определения твердости по Виккерсу полностью керамической детали, объектив микроскопа с кратностью увеличения 10х  
Справа: Индентор (определение твердости по Кнупу), поперечное сечение слоя керамического образца, объектив микроскопа с кратностью увеличения 40х

## Методы и процедуры определения твердости

Стандартные методы определения твердости — по Виккерсу и Кнупу — подходят для определения твердости материалов твердостью  $>1000$  по Виккерсу. В зависимости от свойств материала, твердость материала может достигать 2000 по Виккерсу.

### Задачи:

- Хорошая заметность следа индентора при высокой твердости материала
- Заметность следа индентора при низком давлении (0,3-5 кг) и высокой кратности увеличения микроскопа
- Заметность следа индентора при темной поверхности образца
- Поперечное сечение: положение индентора строго по центру слоя

Чем ниже давление индентора и качество поверхности, тем выше вероятность того, что след индентора придется обмерять вручную. Оптические системы определения твердости позволяют получить высокую контрастность, при этом обеспечив очень высокий уровень автоматизации.

## Преимущества определения твердости по Кнупу

При той же нагрузке размеры индентора меньше, а глубина погружения меньше, по сравнению с определением твердости по Виккерсу, однако измерить обе наибольшие диагонали индентора по-прежнему очень просто.

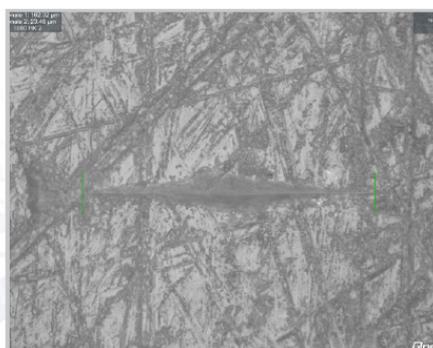


Рис. 2  
Индентор (определение твердости по Кнупу), объектив микроскопа с кратностью увеличения 40х

## Заключение

Система оптического определения твердости с твердомерами QNESS Q10/30/60 и Q150 значительно упрощает повседневную работу по определению твердости керамических материалов образцов и даже изделий с керамическими покрытиями. В зависимости от качества поверхности и кратности увеличения микроскопа можно выполнять даже автоматическое определение твердости по изображениям самых сложных образцов. В зависимости от объема образца, можно выбрать полуавтоматическую модель Q10/30/60 М или полностью автоматическую модель Q10/30/60 или 150 А или А+ профессионального класса, специально предназначенную для использования в сфере производства керамики. Функции составления отчетов и экспорта данных позволяют вести протоколы испытаний или подключаться к системам управления данными.

## Оборудование QNESS для определения твердости керамики

### Серия Q10/30/60

- Давление индентора от 0,25 г до 62,5 кг (Виккерс, Кнуп, Бринелль)
- Высокая точность позиционирования индентора
- 6-позиционная револьверная головка

### Серия Q150 — модели Q150A или А+ для использования на производстве

- Давление от 1 до 250 кг (Виккерс, Кнуп, Роквелл, Бринелль)
- Высокая прочность и компактность
- Высокотехнологичная оптическая система определения твердости по изображению



Рис. 3: QNESS Q10/30/60 (слева) и Q150 А и А+ (справа)