

Динамічні ультра мікро твердомери

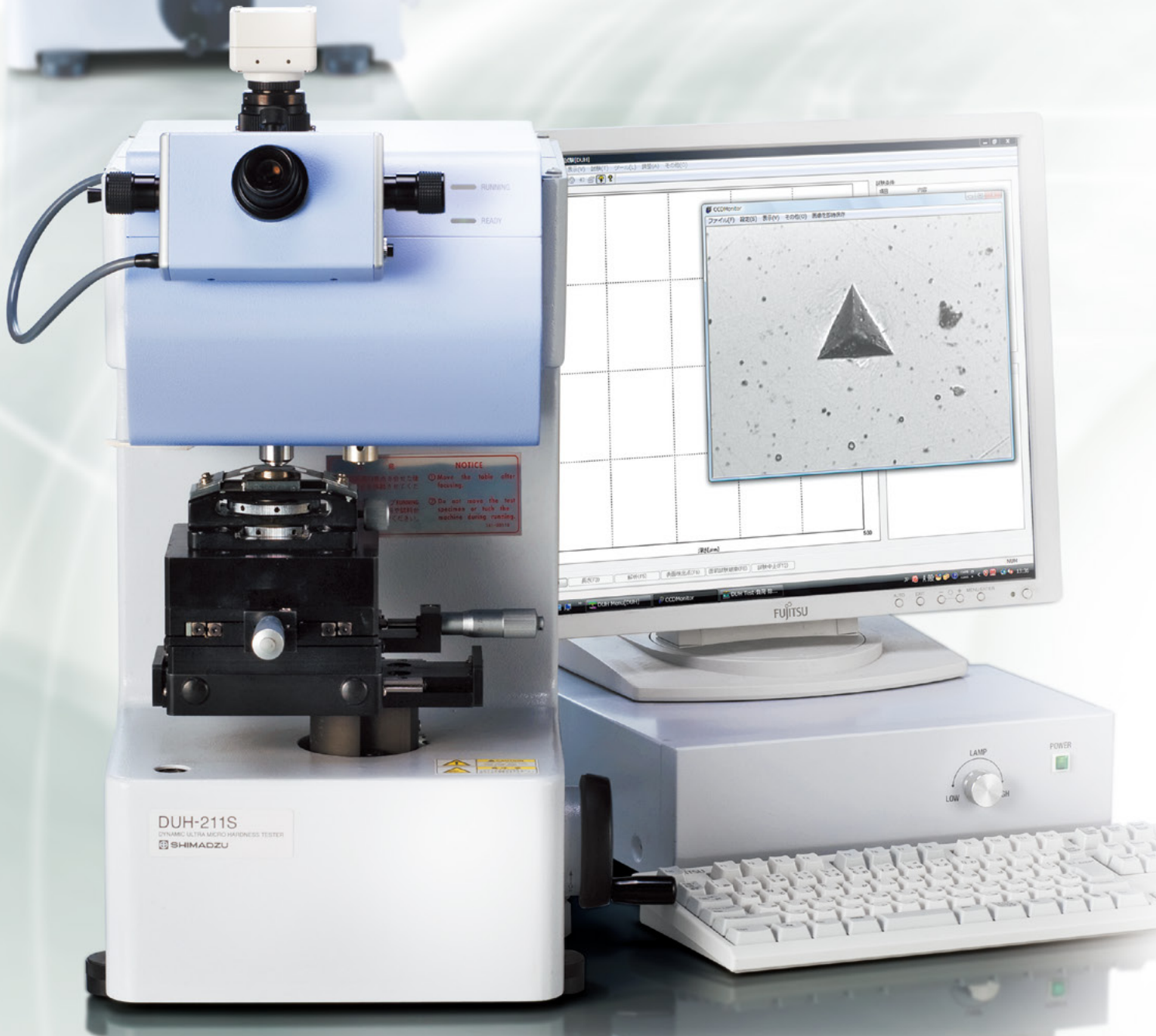
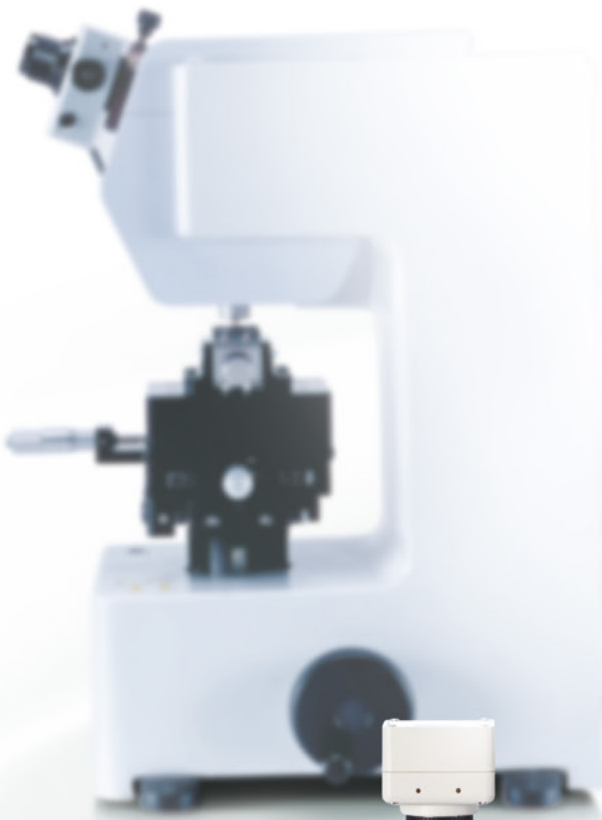
# DUH-211/211S



Система для оцінки тонких плівок, поверхнево-оброблених шарів і мікроелектронних частин

Динамічні ультра мікро твердомери

# DUH-211/211S



Спираючись на наш досвід із технологією оцінки твердості для мікродіапазону, ми взялися за наш пошук для більшої точності та простоти використання на новий рівень. Наш твердомір може вимірювати міцнісні властивості поверхонь матеріалів і мікроскопічних матеріалів за допомогою нових методів оцінки, визначені стандартами ISO.

Виконайте оцінку за допомогою твердості та матеріалів параметри, зазначені в ISO 14577-1 (Додаток А)<sup>\*1</sup>.

За допомогою ISO/TS 19278 можна оцінити різні пластики за однакових умов і в одному масштабі.<sup>\*2</sup>

## Оцінює твердість широкого діапазону матеріалів

Тонкі плівки  
Пластмаси  
Каучуки та еластomersи  
Металеві матеріали  
Волокна  
Крихкі матеріали  
Мікроскопічні електронні  
КОМПОНЕНТИ

Перевірте поверхневу міцність тонких ліній, шарів з поверхневою обробкою, таких як шари з іонною імплантацією та нітридні шари, а також неметалічних матеріалів, таких як пластмаси, гума та кераміка.

\* 1 **ISO 14577-1** *Металеві матеріали. Інструментальне випробування на твердість і параметри матеріалів. Частина 1. Метод випробування*  
**Додаток А** *Параметри матеріалів визначаються на основі встановленої дати сили/глибини вдавнення*

Стандарт, який використовується для нових методів оцінки, які безперервно вимірюють зміни випробувальної сили та глибини вдавнення, які виникають, коли індентор вдавлюється в матеріал, а також для оцінки твердості матеріалу та міцності, таких як модуль Юнга та деформація повзучості

\* 2 **ISO/TS 19278** *Пластмаси — інструментальне випробування на мікродавлення для вимірювання твердості*

Стандарт для оцінки твердості різних пластмас за однією шкалою за допомогою вимірювання твердості вдавнення, щоб можна було порівнювати твердість різних пластиків.

## Зміст

Матеріали та застосування	С. 4 · 5	Обробка даних	С. 9
Особливості · Принцип вимірювання	С. 6	Специфікації	С. 10
Функції	С. 7	Додаткові аксесуари	С. 11
Оцінка	С. 8 · 9	Супутній продукт	С. 12

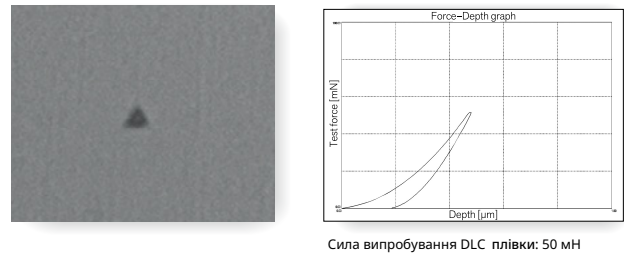
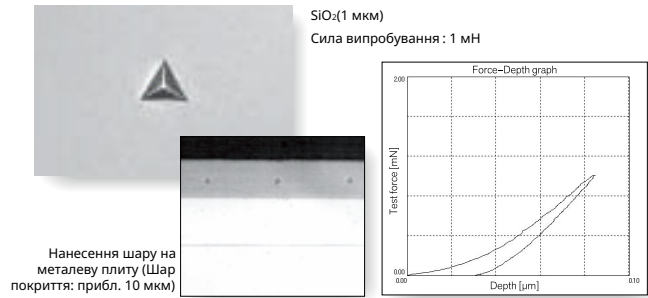
# Матеріали та застосування

Тонкі плівки, такі як плівки, осаджені з парової фази, і напівпровідникові матеріали, а також шари з поверхневою обробкою, такі як іонно-імплантовані шари та нітридні шари

Оскільки технологія виробництва плівки вдосконалюється та урізноманітнюється, все більш важливою стає оцінка твердості тонких плівок і покриття поверхні матеріалів. До них належать іонно-імплантовані шари, (алмазоподібні вуглецеві) плівки, осаджені з парової фази, отримані за допомогою CVD (хімічне осадження з парової фази), PVD (фізичне осадження з парової фази) і шар алюміту. Використовуючи ультрамікро тестове зусилля для вимірювання глибини менше однієї десятої товщини плівки, тестер DUN дозволяє легко оцінити твердість лише плівки, без впливу матеріалів, що підлягають.

## DLC плівки

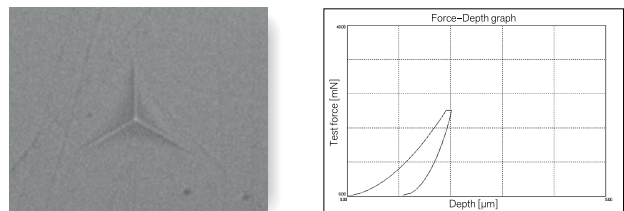
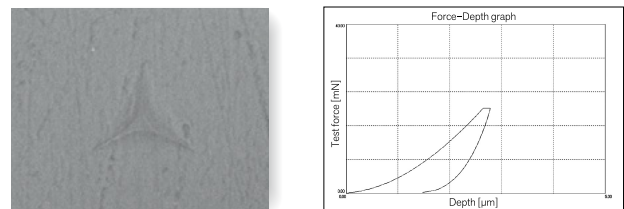
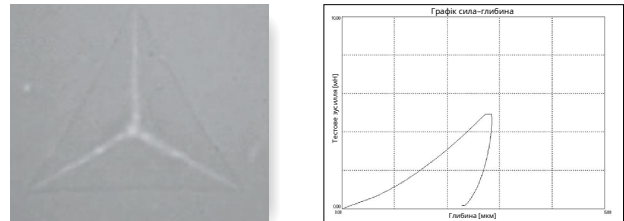
Плівки DLC мають такі властивості, як висока твердість, низький коефіцієнт тертя, зносостійкість, електрична ізоляція, хімічна стійкість та інфрачервона світлопроникність, і широко використовуються в інструментах, автомобільних деталях, частинах напівпровідникового виробничого обладнання та побутових товарах. Вимірювання твердості таких плівок необхідне для визначення оптимальних параметрів виготовлення плівок і контролю їх якості, але створення відступів неможливе. DUN ідеально підходить для таких типів застосувань, оскільки він може оцінити твердість на основі глибини вдавнення, використовуючи лише невелику пробну силу.



## Пластмаси

Важливою властивістю інженерних пластмас є твердість. DUN може вимірювати твердість навіть матеріалів із високим ступенем поглинання світла, які важко виміряти за допомогою звичайних тестерів.

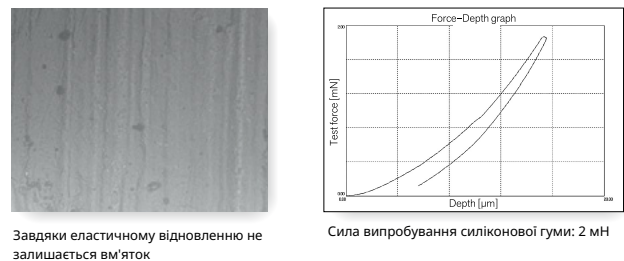
Інженерні пластмаси мають високу міцність, термостійкість та інші властивості, водночас забезпечуючи переваги пластмас загалом, такі як чудова пластичність і легкість обробки. Як наслідок, вони зазвичай використовуються для внутрішніх механічних частин (таких як шестерні та підшипники) у споживчих електронних продуктах. Вони забезпечують вищу зносостійкість, меншу вагу та меншу вартість, ніж металеві частини, і можуть масово вироблятися, де твердість використовується для покращення продуктивності та контролю якості. Однак низька відбивна здатність пластику ускладнює вимірювання розміру вдавнень за допомогою звичайних твердомірів. Навпаки, DUN ідеально підходить для цих застосувань, оскільки він оцінює твердість на основі прикладеного тестового зусилля та отриманої глибини вдавнення.



## Каучуки та еластomers

Оскільки глибина вдавнення використовується для визначення твердості, твердість можна виміряти за допомогою різноманітних тестових сил, а тестер можна навіть використовувати для оцінки погіршення поверхонь матеріалів.

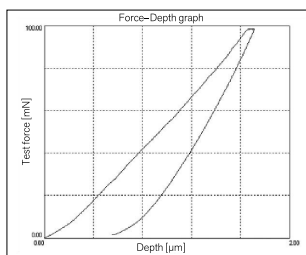
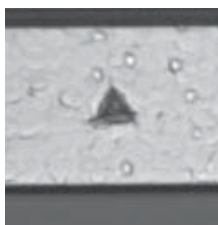
Гума забезпечує низький модуль пружності, високе подовження у відповідь на невеликі зусилля та високе відштовхування. Отже, його сировину часто змішують з різними хімічними інгредієнтами для виготовлення різноманітних продуктів, таких як шини, гума, що поглинає вібрацію, та ущільнювальні кільця. Через суворі навколишні умови, де зазвичай використовуються такі продукти, окрім оцінки довговічності, твердість також використовується для оцінки погіршення поверхні. Однак звичайні вимірювачі твердості не можуть оцінити пружні характеристики гуми через поглиблення після тестування. Навпаки, DUN вимірює як тестову силу, так і глибину вдавнення, що робить його ідеальним методом для оцінки гуми, включаючи її еластичність.



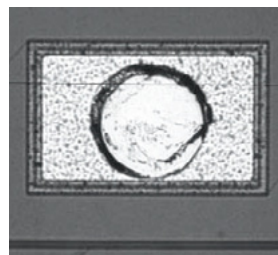
Завдяки еластичному відновленню не залишається вм'яток

## Металеві матеріали

Виконуйте вимірювання твердості мікробластей, що стає дедалі складнішим, оскільки розміри елементів стають дедалі меншими.



Випробувальна сила напівпровідника: 100 мН

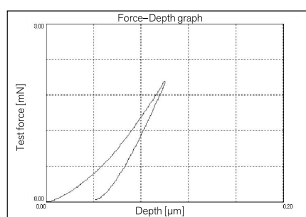


Золота шпилька

## Крихкі матеріали, такі як скло та кераміка

Використовуйте невелику пробну силу, щоб оцінити твердість крихких матеріалів без утворення тріщин. Виміряйте випробувальну силу, необхідну для утворення тріщин.

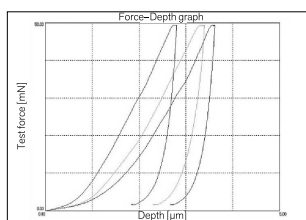
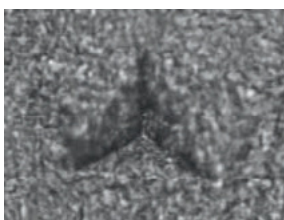
Оскільки скло прозоре, тверде, має високу стійкість до термічної деформації та є хорошим електричним ізолятором, воно використовується для широкого спектру застосувань, від скління вікон і екранів до різноманітних матеріалів підкладки, наприклад для компакт-дисків. З іншого боку, скло також має тенденцію бути крихким і, отже, вимагає різних матеріалів і модифікацій методів обробки, щоб використовувати його, наприклад, у великих тонких дисплеях. Твердість використовується для оцінки скла, але великі випробувальні зусилля спричиняють тріщини, а поглиблення не видно чітко. Таким чином, DUN ідеально підходить для оцінки скла, оскільки він визначає твердість на основі глибини вдавлення за допомогою невеликої випробувальної сили.



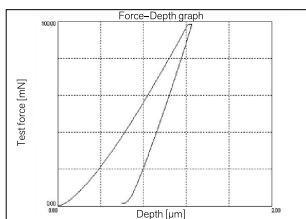
Сила випробування оптичного скла: 2 мН

## Надтонкі волокна, такі як оптичні волокна та вуглецеві волокна

Оцініть міцність зразків, взятих із композиційних волокнистих матеріалів, і отримайте важливу інформацію. Виміряти твердість волокон.



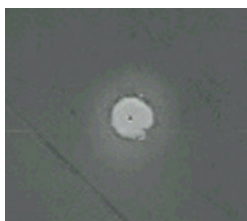
Сила випробування вуглецевого волокна: 50 мН



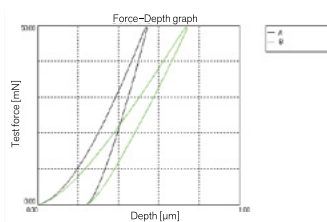
Сила випробування металевого дроту: 100 мН

## Мікропорошки

Були досягнуті успіхи у створенні все більш дрібних мікропорошків з метою збільшення співвідношення площі поверхні до об'єму. Міцність порошків оцінюється за допомогою тестування на стиснення, але завдяки розміру частинок DUN ідеально підходить для більш детального вимірювання їх твердості.



Частинки діоксиду цирконію (30 мкм)



Приклад вимірювання частинок діоксиду цирконію  
Випробувальна сила: 50 мН

# Особливості

## 1. Оцінка параметрів твердості та матеріалу відповідно до стандартів (ISO 14577-1 Додаток А)

Виміряйте поведінку зразка, коли в нього вдавлюють індентор, і оцініть твердість, модуль пружності та кількість роботи, виконаної під час вдавнення, відповідно до ISO 14577-1 (випробування твердості за допомогою приладів), додаток А.

## 2. Оцінка ISO/TS 19278 для пластмас

Виміряйте різні пластики за однакових умов вимірювання відповідно до ISO/TS 19278. (DUN-210/210S)

## 3. Високоточна оцінка модуля пружності

Виконайте високоточну оцінку модуля пружності, використовуючи корекцію на основі жорсткості інструменту та форми наконечника метки\*1.

## 4. Низьке випробувальне зусилля з роздільною здатністю вимірювання 0,196 мкН

Контролюйте тестову силу, використовуючи високу роздільну здатність 0,196 мкН.

Це дозволяє вимірювати властивості міцності матеріалу в мікрообластях і на зовнішніх поверхнях зразків.

## 5. Надширокий діапазон тестової сили від 0,1 до 1961 мН

Використовуйте для вимірювання широкий діапазон випробувань від 0,1 до 1961 мН і перевіряйте різноманітні промислові матеріали, зокрема гуму, пластмасу та кераміку.

## 6. Високоточне вимірювання глибини відступу

Не потрібно вимірювати фактичний відступ.

Глибина вдавнення зразка може бути виміряна в одиницях 0,0001 мкм для глибини до 10 мкм.

## 7. Підтримує широкий спектр методів тестування

Запишіть співвідношення між силою випробування та глибиною вдавнення.

Перевірте процеси вивантаження та завантаження. Використовуйте DUN-211S для виконання циклічних тестів навантаження-розвантаження та ступінчастих тестів навантаження-розвантаження.

## 8. Підтримує тест на твердість за Віккерсом

Функція вимірювання довжини діагоналей передбачена як стандартна функція. Ця функція дозволяє вимірювати твердість, яка відповідає лише пластичній деформації, твердість за Віккерсом і твердість за Кнупом. (В якості опцій доступні індентор Віккерса та індентор Кнупа.) Максимальне збільшення мікроскопа становить 500× (1000× доступне як опція).

\* 1 Корекція форми кінчика індентора доступна лише для трикутного пірамідального індентора 115 градусів. Корекція форми недоступна для інших відступів.

# Принцип вимірювання

Електромагнітна сила використовується для притиснення індентора (стандартного типу: трикутна піраміда 115°) до зразка. Сила натискання збільшується з постійною швидкістю, від 0 до попередньо встановленої випробувальної сили. Глибина вдавнення вимірюється автоматично, коли індентор притискається до зразка. Це дозволяє динамічно вимірювати зміни, що відбуваються в опорі зразка деформації під час процесу вдавнення, і отримувати різноманітні дані. Під час індентування DUN-211/211S вимірює динамічну твердість і оцінює твердість, яка відповідає як пластичній, так і пружній деформації. Крім того, якщо розмір вдавнення достатньо великий, щоб його можна було спостерігати за допомогою мікроскопа, твердість можна розрахувати, використовуючи лише пластичну деформацію, вимірявши довжину діагоналі вдавнення.

## Вирази для динамічної твердості

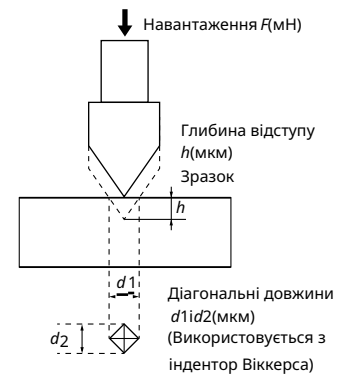
(1) 115° трикутний пірамідний індентор (стандартний)  $DHT_{115} = 3,8584 \times F/h_2$

(3) Індентор Віккерса (опція)  $DHV = 3,8584 \times F/h_2$

(2) 100° трикутний пірамідний індентор (опція)  $DHT_{100} = 15,018 \times F/h_2$

(4) Індентор Кнупа (опція)  $DHK = 1,5583 \times F/h_2$

Незважаючи на те, що теоретичною одиницею для цих виразів твердості є кгс/мм<sup>2</sup>, як правило, не використовується.



## Вирази для твердості за Мартенсом (ISO 14577-1 Додаток А)

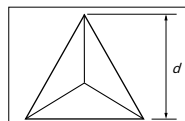
(1) 115° трикутний пірамідний індентор (стандарт)  $HM_{115} = 1000F/26,43 \times h_2 [Н/мм^2]$

(2) Індентор Віккерса (опція)  $HMV = 1000F/26,43 \times h_2 [Н/мм^2]$

## Вирази твердості на основі довжини діагоналі

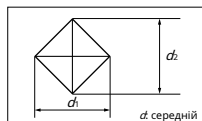
(1) Трикутний пірамідний індентор 115° (стандартний)  $HT_{115} = 160,07 \times F/d_2$

(2) Трикутний пірамідний індентор 100° (опція)  $HT_{100} = 121,53 \times F/d_2$



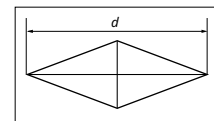
(3) Індентор Віккерса (опція)

$HV = 189,10 \times F/d_2$



(4) Індентор Кнупа (опція)

$HK = 1451,1 \times F/d_2$

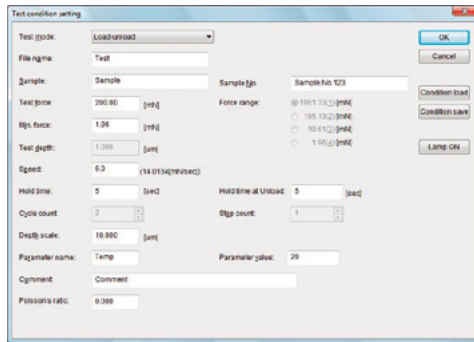


# Функції

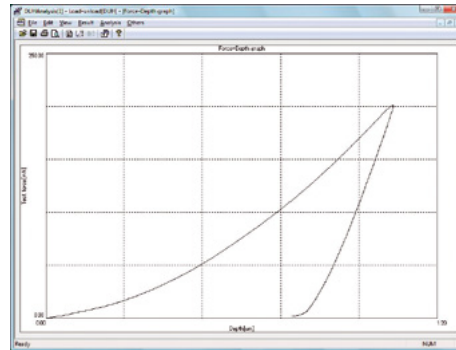
## Поєднує в собі зручність керування та високорівневі функції обробки даних

Модель використовувалася для виконання трьох основних тестів : **DUH-211**

Розширена модель забезпечує сім тестових режимів: **DUH-211S**



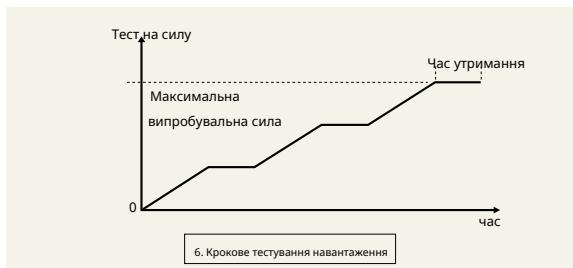
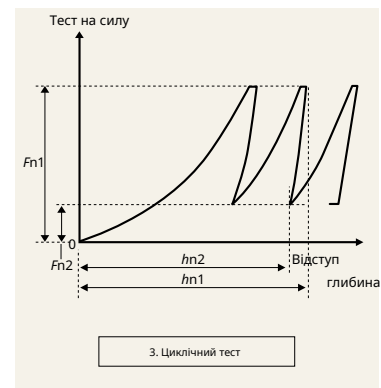
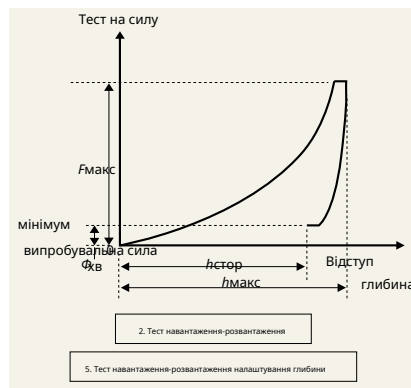
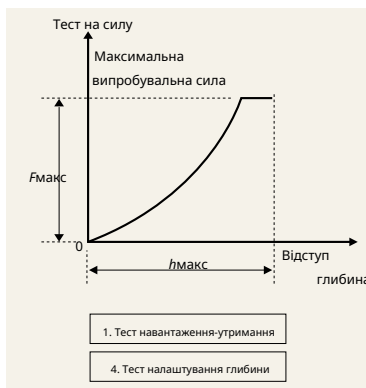
Параметри, необхідні для кожного типу тесту, можна переглянути з першого погляду.



### Типи тестів

Пункт	DUH-211	DUH-211S
1. Тест навантаження-утримання	✓	✓
2. Тест навантаження-розвантаження	✓	✓
3. Циклічний тест	✓	✓
4. Тест налаштування глибини	—	✓
5. Тест навантаження-розвантаження налаштування глибини	—	✓
6. Крокове тестування навантаження	—	✓
7. Крок тесту навантаження-розвантаження	—	✓

Розмір відступу можна виміряти в тестах 1, 2, 4 і 5.









# Додаткові аксесуари

## Набір для вимірювання довжини (кольоровий або монохромний)

Набір для вимірювання довжини, колір:

П/Н 347-24778-44

Набір для вимірювання довжини, монохромний:

П/Н 347-24778-43

Мікроскопічні зображення поверхні зразка можуть відображатися на екрані ПК. Виміряйте розмір відступів на екрані та збережіть зображення. Максимальний коефіцієнт збільшення  $\times 2400$  (при використанні 17"монітор і об'єктивів із коефіцієнтом збільшення 50). Цей аксесуар можна використовувати з комп'ютерами, призначеними



## Об'єктив

Об'єктив  $\times 100$ : P/N 344-89977-40

Об'єктив  $\times 40$ : об'єктив P/N 347-25400

Об'єктив  $\times 20$ : об'єктив P/N 344-89924-40

Об'єктив  $\times 10$ : об'єктив P/N 344-89941-40  $\times 40$

із надтривалою роботою

дистанція: P/N 344-89300-41

Об'єктив  $40\times$  із надвеликою робочою відстанню. Покращує контрастність в області огляду.

## Вітролом

П/Н 347-24400-01

Цей корпус мінімізує вплив повітря перешкоди, наприклад через вплив повітря або звуку на тестер DUH. Ш700  $\times$  Г650  $\times$  В750 (мм)

## Вітровий захист (великого типу)

П/Н 347-24400-02

У випадку, якщо Active Vibration Absorbing

Лавка використовується це

вибір. Ш700  $\times$  Г650  $\times$  В950 (мм)

## Стандартний блок твердості за Віккерсом

П/Н 340-06619-07

Використовується для вимірювання твердості за допомогою

700NMV micro Vickers. Використовується як орієнтир для

вимірювання твердості за Віккерсом.

## ВК7 (скляний випробувальний зразок)

П/Н 339-89207-14

Використовується для отримання поправочних коефіцієнтів, необхідних для індентора при вимірюванні модуля пружності.

## Трикутна Пірама

з наконечником  $100^\circ$  Al

Цей індентор під кутом  $100^\circ$  має менший радіус вершини і робить його меншим

відступи, ніж ал

індентор з вістрям ал  $115^\circ$ .

Використовується для

тестування невеликих зразків.



## Набір для вимірювання твердості за Віккерсом

П/Н 347-24449-01

(У комплекті: індентор Vickers 1 шт., огляд Звіт 1 шт)

Перевірка відповідно до стандарту (ISO 6507-2) проводиться на заводі.

Перевірено на заводі на відповідність стандартам тесту на твердість за Віккерсом.

Будь ласка, замовляйте одночасно з DUH.

## Набір для вимірювання твердості за Кнупом

П/Н 347-24449-11

(В комплекті: індентор Кноор 1 шт., огляд Звіт 1 шт)

Перевірка відповідно до стандарту (ISO 4545-2) проводиться на заводі. Перевірено на заводі на відповідність стандартам тесту на твердість за Віккерсом.

Будь ласка, замовляйте одночасно з DUH.

## Вібраційна лавка настільного типу

П/Н 344-04193-06

Це лавка з гвинтовими пружинами настільного типу

рекомендовано, якщо тестер DUH-211/211S

використовується в місцях, які піддаються сильній вібрації.

## Активний вібропоглинаючий стіл

П/Н 344-04211-11: AC 120 VP/

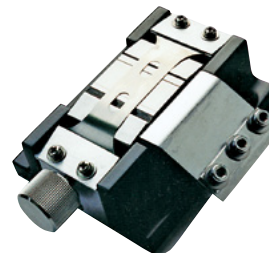
N 344-04211-12: AC 230 V

Цей стіл використовується разом зі спеціальним кріпленням і здійснює активне поглинання вібрації в широкому діапазоні від 0,7 Гц до 100 Гц.

## Тонкий тримач зразків

П/Н 344-82943-40

Ця насадка використовується для надійної фіксації тонкості зразки із зовнішнім діаметром від 0,15 мм до 1,6 мм, такі як голки для швейних машин, вал годинника, медичне обладнання тонкої форми, дріт, спечений дріт і дріт з кольорових металів.



## Вакуумний відсмоктувач дискового типу

П/Н 344-86201-42

Використовувався протягом 5", 6" і 8" вафлі. (Подача повітря для всмоктування повинна бути підготовлена окремо.)

## Головка мікрометра (цифровий дисплей)

П/Н 347-25447-12 (2 шт.)

Використовується для цифрового відображення кількості сцени

рух (максимум до 25 мм) вперед/назад або вліво/вправо з кроком 1 мкм. (На фото показано цю голову, прикріплену до сцени.)



## Етап обертання

П/Н 344-82857-01

Ця ступінь має діаметр 125 мм і може обертатися в діапазоні  $\pm 5^\circ$ .

## Об'єктивний мікрометр

П/Н 046-60201-02

Використовується для регулювання збільшення мікроскопа

фактор. Позначено поділками з інтервалом 10 мкм.

Застереження щодо встановлення При виборі місця встановлення тестера враховуйте наступні моменти.

### 1. Щоб мінімізувати вібрацію:

- 1) Встановіть тестер у місці, де вібрація ор мінімальна. Зазвичай тестер ставлять на вібраційний стіл.
- 2) Не встановлюйте тестер у місці, де часто проходять люди.
- 3) Не встановлюйте тестер поблизу обладнання, яке створює вібрацію.
- 4) Якщо можливо, встановіть тестер на першому поверсі будівлі.
- 5) Встановіть тестер якомога далі від вулиць, доріг і залізничних колій.
- 6) Не проводите тестування, якщо поблизу використовується обладнання, що створює вібрацію (наприклад, кран).

### 2. Щоб звести до мінімуму протяг повітря та звуку:

- 1) Не встановлюйте тестер у місцях, які прямо чи опосередковано піддаються потокам повітря від обладнання для кондиціонування повітря.
- 2) Під час тестування використовуйте захист від вітру.
- 3) Не відкривайте і не закривайте сусідні двері під час тестування.
- 4) Не встановлюйте тестер поблизу звукогенеруючого обладнання (наприклад, телефонів).

### 3. Для забезпечення точності тестування:

Будьте особливо обережні при виконанні таких типів тестів:

- \* випробування із застосуванням випробувальних сил 1 мН або менше
- \* випробування, що передбачають вимірювання зміни для глибини вдавнення 0,05 мкм або менше

У цих випадках обов'язково дотримуйтеся таких умов:

- \* Температура: відсутність коливань більше  $\pm 1^\circ\text{C}$ .
- \* Вібрація: див. таблицю специфікацій.

