

# Mobilné meranie tvrdosti optickou metódou TIV

Ing. Milan Zaľko, Ing. Erich Eckhardt

Predchádzajúce články sa venovali základným metódam merania tvrdosti mobilnými prístrojmi a faktormi pre dosiahnutie relevantných výsledkov merania. Táto časť sa bude venovať novej metóde, ktorá je založená na optickom snímaní a vyhodnotení rozmeru vpichu.

## METÓDA A PRÍSTROJ TIV

TIV (Through Indenter Viewing) je prenosný prístroj na optické meranie tvrdosti podľa Vickersa pri zaťažení. Optický systém s CCD kamerou poskytuje „pohľad cez diamant“. Táto nová metóda umožňuje po prvýkrát priamo na displeji pozorovať proces vnikania Vickersovho diamantu do skúšaného materiálu.

Vlastná sonda pozostáva zo skúšobného hrotu (Vickersov diamant), CCD kamery s optikou, mechanickej a elektronickej časti. Snímaný obraz vpichu je pri zaťažovaní snímaný a prenášaný v reálnom čase na farebný TFT displej prístroja.

Sonda pracuje so zaťažením 50 N alebo 10 N. Skúšobné zaťaženie sa vyvodzuje ručne a je regulované mechanicou časťou. Pri dosiahnutí skúšobnej sily sa zobrazenie zastaví, prístroj determinuje a orámuje obrysy vpichu, vypočíta dĺžky diagonál vpichu a určí hodnotu tvrdosti podľa Vickersa. Toto vyhodnotenie sa môže vykonať automaticky alebo ručne. V prístroji sú uložené prevodné tabuľky podľa DIN 50150 a ASME E 140, ktoré slúžia na zobrazenie hodnoty tvrdosti v zvolenej stupnici.

Na displeji je okrem rozmerov uhlopriečok vpichu zobrazená aj jeho hĺbka, matematicky vypočítaná z geometrických rozmerov diamantu. Táto hodnota je užitočná pri meraní tvrdosti tenkých vrstiev. Ako sa uviedlo už v predchádzajúcej časti, minimálna hrúbka meranej vrstvy by mala byť minimálne 10-násobkom hĺbky vpichu.

Špeciálny software v prvom kroku určí hranice vpichu. Priesečníky hrán diamantu s vrcholovým uhlom 136° potom slúžia na výpočet dĺžky oboch diagonál, z ktorých software vypočíta plochu vpichu a hodnotu tvrdosti.

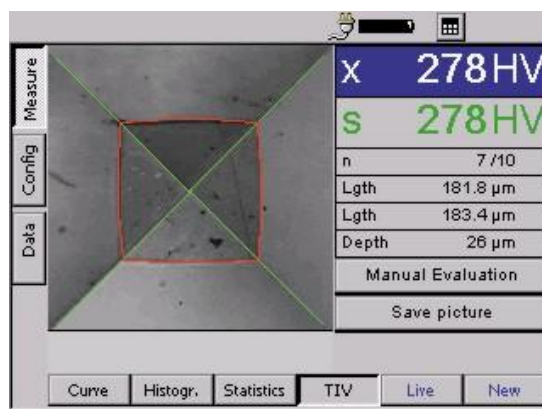
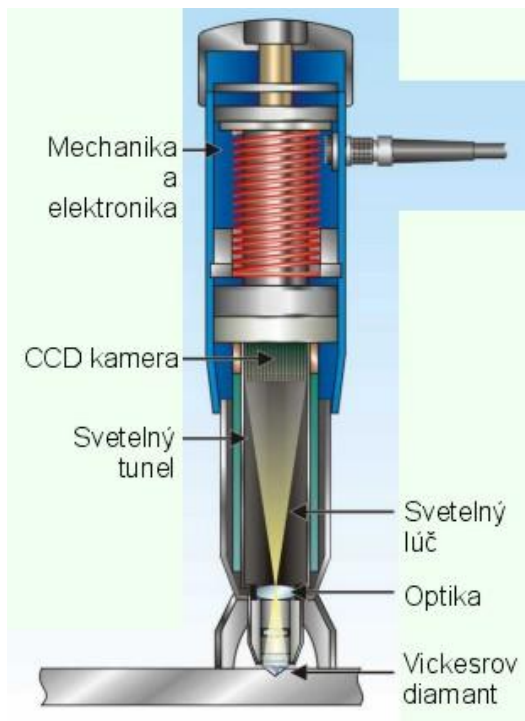
Zobrazenie vpichu Vickersovho diamantu na displeji neslúži iba na stanovenie jeho rozmerov, umožňuje aj priame hodnotenie a kontrolu priebehu merania a stavu diamantu. Zvlášť pri meraní hrubých alebo znečistených povrchov je dôležité dosiahnuť kvalitný, relevantný a rovnomerný vpich. Okamžite je tiež možné zistiť poškodenie diamantu (vyštrbenie hrán a pod.), ktoré by mohlo spôsobiť nesprávne meranie. Jeden pohľad na displej postačuje na okamžité zhodnotenie obrazu vpichu a zhodnotenie prípadného vplyvu kvality povrchu, povrchovej štruktúry materiálu alebo iných nepriaznivých vplyvov.

Automatické vyhodnotenie možno upraviť ručne. Pri „nedokonalom“ automatickom ohraničení oblasti vpichu možno jeho okraje nastaviť priamo na displeji, pričom z takto „upravených“ diagonál sa vypočíta zodpovedajúca hodnota tvrdosti.

Výsledok série meraní možno zobraziť graficky ako krivku alebo ako tabuľku hodnôt, prípadne zobraziť histogram.

V priebehu merania sa popri aktuálnej hodnote zobrazujú tiež dodatočné informácie, ako priemerná hodnota meraní, štatistické údaje, dátum a čas merania.

Podstatná výhoda optického merania tvrdosti metódou a prístrojom TIV spočíva v tom, že meranie prebieha pri zaťažení statickou silou a dĺžky



uhlopriečok vpichu sa merajú elektronicky. Technika TIV sa môže vďaka optickému snímaniu vpichu použiť bez nutnosti kalibrácie na meranie tvrdosti rôznych materiálov. Navyše statické vyvolanie skúšobnej sily umožňuje merať tvrdosť tenkých a malých predmetov, rovnako aj tenkých vrstiev a povlakov.

Metóda a prístroj TIV umožňuje meranie:

- nezávislé od smeru merania,
- rôznych materiálov bez potreby kalibrácie,
- tenkých a ľahkých výrobkov,
- vrstiev,
- elastických materiálov.

## VOĽBA SONDY

Na meranie sú k dispozícii dve sondy s rôznou skúšobnou silou:

- TIV 101 so zaťažením 10 N,
- TIV 105 so zaťažením 50 N.

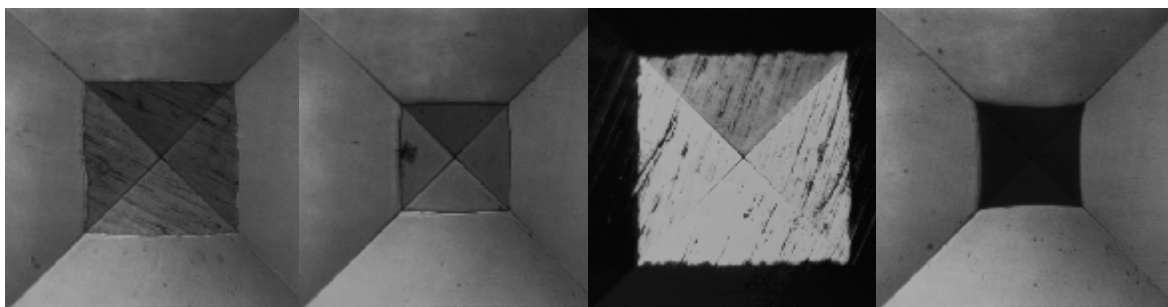
Merací rozsah oboch sond je limitovaný použitým optickým systémom. Maximálny merateľný rozmer vpichu ohraničujú rozmery CCD senzora, takže minimálna hodnota tvrdosti je v tomto prípade definovaná optikou sondy.

V prípade vyšších hodnôt tvrdosti je merací rozsah ohraničený rozlišovacou schopnosťou CCD kamery a optického systému. Hoci sa sondou TIV 105 dosiahli spoľahlivé a reprodukovateľné merania keramických materiálov s tvrdosťou 1500 HV, hodnota 1000 HV sa považuje za hornú hranicu, pretože stav a čistota povrchu výrazne ovplyvňujú výsledky merania.

Zodpovedajúce rozsahy tvrdosti oboch sond a príklady vhodnosti ich použitia definuje *tab. 1*.

## ZÁVER

TIV je prvý prenosný tvrdomer, ktorý meria tvrdosť materiálu priamym spôsobom, bez využitia pomocných fyzikálnych princípov, materiálových konštánt a vzťahov, ako je to u dynamickej metódy (meranie pomeru rýchlosti rázového telieska pred dopadom a po odraze od skúšaného povrchu), resp. u rezonančnej UCI metódy (meranie zmeny rezonančnej frekvencie).



Metóda a prístroj TIV využíva priame meranie rozmerov vpichu pod zaťažením, vnikanie diamantu do skúšaného povrchu sa sníma citlivou CCD kamerou a elektronicky sa odmerajú dĺžky uhlopriečok vpichu. Po dosiahnutí skúšobného zaťaženia sa obraz vpichu automaticky uloží do pamäti a vyhodnotí.

Základná výhoda TIV spočíva v statickom vyvedení skúšobnej sily a priamom automatickom odmeraní dĺžok diagonál vpichu Vickersovho diamantu, pričom:

- TIV umožňuje mobilné meranie tvrdosti rôznych materiálov bez nutnosti dodatočných nastavení alebo kalibrácie,
- TIV umožňuje merať tvrdosť tenkých a malých výrobkov, ako aj tenkých vrstiev,
- obraz vpichu na displeji prístroja umožňuje priame hodnotenie „kvality“ vpichu.

TIV otvára nové možnosti a oblasti merania tvrdosti prenosnými tvrdomerami, v ktorých konvenčné prístroje neboli schopné poskytovať relevantné výsledky.

