

Název veřejné zakázky:

Dodávka nanoindentační laboratoře TI 950 TriboIndenter® pro projekt NTIS

Odůvodnění vymezení technických podmínek podle § 156 odst. 1 písm. c) ZVZ

Technická podmínka:

Odůvodnění

Definované vytváření a měření normálové (zatěžovací) síly založené na elektrostatickém principu v rozsahu od max. 30 nN do min. 10 mN s rozlišením < 1nN při reálném šumu systému/přístroje (noise floor) < 30 nN, a současné měření laterální (tečné, příčné) síly od max. 3,5 μN do min. 2mN s rozlišením < 50 nN při reálném šumu systému/přístroje (noise floor) < 3,5 μN

Elektrostatický princip buzení transduceru, v porovnání s ostatními způsoby vytváření normálové (zatěžovací) síly používané při nanoindentaci, resp. nano scratch-testu, využívá vyšší napětí a velmi malé proudy, čímž produkuje mnohem méně tepla, a tím pádem dosahuje i výrazně nižšího teplotního driftu příslušných veličin a jejich vyšší teplotní stability. Velikost použité normálové síly určuje velikost (objem) vtisku, resp. vrypu, a tím pádem i velikost analyzované oblasti materiálu. V případě tenkých vrstev nebo nanokompozitních materiálů musíme vyloučit ovlivnění měřených hodnot okolím (např. substrátem, jinou fází materiálu, nehomogenitami apod.), tj. musíme pracovat s co nejmenší velikostí zatěžovací síly, jenž je však ještě schopná vyvolat plastickou deformaci materiálu analyzovaného vzorku.

Měření normálového posunutí (hloubky) založené na kapacitním principu s rozlišením < 0,02 nm při reálném šumu systému/přístroje (displacement noise floor) < 0,2 nm a driftu < 0,05 nm/s, a současné měření laterálního (tečného, příčného) posunutí s rozlišením < 0,02 nm při reálném šumu systému/přístroje (displacement noise floor) < 2 nm a driftu < 0,05 nm/s

Kapacitní princip měření posunutí (hloubky) je v současné době nejpřesnější technika k měření velice malých (<< 1nm) posunutí. K nakalibrování měřícího systému se využívá definovaných zátěží a interferometru, čímž je určena efektivní konstanta pružnosti systému, jeho rozlišení a citlivost. V případě nanoindentace, resp. nano scratch-testu, kdy jsou používány velice malé zatěžovací síly, je i hloubka vzniklých vtisků, resp. vrypů, velice malá (~ 3 ÷ 200 nm), a navíc je nutné velice přesně a rychle zaznamenávat přesný průběh zatěžování a odlehčování, tj. závislost zatěžovací síly a hloubky, nezbytný pro vyhodnocení příslušných lokálních mechanických vlastností zkoumaných materiálů.

Definované vytváření a měření normálové (zatěžovací) síly založené na piezoelektrickém principu do min. 2 N při reálném šumu systému/přístroje (noise floor) < 0,0007% z rozsahu síly, a současné měření laterální (tečné, příčné) síly do min. 5 N

V případě mikroindentace, resp. mikro scratch testu, jsou používané zatěžovací síly mnohem větší, řádově od jednotek mN do 2 N, a je tedy nutné použít jiné principy vyvození potřebných normálových (zatěžovacích) sil, např. piezoelektrický či elektromagnetický princip. Mikroindentace nám tedy slouží k analýze tlustých vrstev nebo objemového materiálu.

Měření normálového posunutí (hloubky) až do velikosti 80 μm a délka rýhy (scratch) při mikro scratch-testu do min. 150 μm

Rovněž hloubky vtisků při mikroindentaci, resp. vrypů u mikro scratch-testu jsou větší, neboť jsou způsobeny použitím vyšších zatěžovacích sil než v případě nanoindentace.

Systém/přístroj musí umožňovat současnou práci obou měřicích hlav, tj. spojitě pokrývat měřicí rozsah od nanoindentace po mikroindentaci (rozsah normálové síly od ≤ 30 nN do 2 N)

Z hlediska komplexního popisu lokálních mechanických vlastností zkoumaného materiálu je ideální mít možnost charakterizovat zkoumaný materiál na více úrovních, tj. jak pomocí nanoindentace, tak i pomocí mikroindentace, kdy každá technika nám dává specifické informace, a to zejména u nehomogenních či kompozitních materiálů.

Obě měřicí hlavy musí umožňovat výměnu měřicího diamantového hrotu uživatelem dle typu měření

Možnost výměny diamantových indentorů, kdy hroty ve tvaru pyramidy s různým vrcholovým úhlem jsou vhodné spíše pro indentační měření, zatímco hroty ve tvaru kužele s různým poloměrem špičky jsou vhodnější pro měření scratch-testu (kvůli symetrii hrotu), dále rozšiřuje aplikační možnosti nanoindentace a nano scratch-testu, jakož i mikroindentace a mikro scratch-testu.

Systém/přístroj musí umožňovat, v případě nanoindentace a nano scratch-testu, polohování vzorku (volbu místa měření) s přesností min. 10 nm.

Tento požadavek vyplývá z potřeby co nejpřesnějšího polohování při analýzách nanokompozitních materiálů a materiálů s více fázovou strukturou, kdy musíme analyzovat mechanické vlastnosti jednotlivých zrn, fází, oblastí blízko hranic zrn apod.

K zobrazení povrchu vzorku před provedením a pro provedení příslušného měření musí systém/přístroj, vedle zobrazení optickým mikroskopem se CCD kamerou, umožňovat tzv. *In-situ* SPM zobrazení v případě nanoindentace a nano scratch-testu, resp. *In-situ* profilování v případě mikro scratch-testu

Zobrazení povrchu pouze optickým mikroskopem neposkytuje dostatečné informace o 3D topografii (metrice) vtisků po indentaci či vrypů po scratch testu. Zobrazení pomocí *In-situ* SPM je ekvivalentní zobrazení pomocí AFM mikroskopu, tj. je z něj možné dále získat další informace o chování zkoumaného materiálu, např. zda dochází k zvednutí či poklesu okrajů vtisku po indentaci (což úzce souvisí s charakterem plastické deformace zkoumaného materiálu) či v případě *In-situ* profilování získáme „průřez“ např. vrypem po scratch-testu a můžeme opět analyzovat její okraje, tvar, objem apod.