

Rekonstrukční mikroskop

V laboratorní praxi je občas třeba digitálně rekonstruovat povrchy vzorků, ať již jde o lomové povrchy porušených materiálů nebo o obrobené součástky, u kterých má být minimalizováno tření. Ve všech těchto a dalších případech je výhodné mít k dispozici přesnou digitální kopii povrchu, na které lze pak softwarově provádět analýzu a posuzovat kvalitu povrchu. Např. drsnost povrchu se posuzuje řadou profilových a drsnostních parametrů. Nejlepší informací o geometrii povrchu lze získat z trojrozměrného povrchového reliéfu, který věrně zachytí výškové poměry, tj. nerovnosti jako jsou prohlubně nebo výčnělky a tyto nerovnosti lze pak kvantifikovat profilovými a drsnostními parametry.

Aby bylo možné takovou výškovou analýzu provádět, je třeba mít v první řadě k dispozici spolehlivý trojrozměrný reliéf, a to nejlépe v digitální podobě. Existuje více metod, jak digitalizovat povrchový reliéf. Tyto metody lze zhruba rozdělit do dvou tříd: kontaktní a nekontaktní metody. V prvním případě povrch mechanicky přejíždí jemný hrot, který kopíruje povrch, a jeho výškové změny se digitalizují. Aby vznikl trojrozměrný reliéf, je třeba zaznamenat velký počet dvourozměrných profilových křivek a z nich pak složit trojrozměrný reliéf. U nekontaktní metody skenuje povrch místo mechanického hrotu světelný paprsek, obvykle laserového světla. Na tomto principu pracují některé typy konfokálních mikroskopů, např. konfokální mikroskop Olympus Lext 3100, který vytváří trojrozměrný povrch ze série optických horizontálních řezů. Jde však cenově o velmi drahé zařízení (3,5 milionů Kč) a ne každá laboratoř, která potřebuje provádět povrchovou analýzu, si může takové zařízení dovést. V naší laboratoři byl proto vyvinut jiný typ rekonstrukčního mikroskopu, který je cenově velmi přístupný (3500 Kč) a přitom poskytuje pro vzorky s povrchovými výčnělky resp. prohlubněmi řádově do jednoho mikrometru dostatečně přesné digitální reliéfy. K tomuto účelu jsme použili jako základ malý školní mikroskop Bresser Visomar (viz obr. 1), který jsme přepracovali tak, aby umožňoval digitalizaci povrchu dle naší metody.



Obr.1 Visiomar

Především bylo nutné přepracovat posuv stolku na vzorky. Původní stolek byl odstraněn a na jeho místo jsme zabudovali nový stolek s dalším vertikálním posuvem, takže výsledkem je stolek nejen s původním jemnějším posuvem, ale také s hrubším nastavením, aby bylo možno vkládat vzorky větší tloušťky (viz obr. 2). Protože původní školní mikroskop byl vyroben pro pozorování v proslém světle (průsvitné vzorky), museli jsme vyřešit nově i pozorování v odraženém světle (neprůsvitné vzorky materiálů) a to tím způsobem, že jsme zintenzívnili osvětlení těsně pod objektivu čtyřmi ohebnými rameny se silně svítícími LED diodami. Intenzitu osvětlení lze regulovat změnou napětí na diodách pomocí regulovatelného napájení (viz obr. 3), takže je tím i vyloučeno přexponování nebo podexponování sejmutých obrazů povrchu vzorku. Snímání (digitalizace) je prováděna USB kamerou spojenou s notebookem, kam se obrázky ukládají. Série povrchových obrázků vzniká tak, že se velmi jemně po malých krocích (např. po deseti mikrometrech) posouvá stolek a po každém posuvu se sejme snímek. Přesnou kontrolu vertikálního posuvu umožňuje digitální úchylkoměr, který jsme zabudovali tak, že je v mechanickém kontaktu s pohybujícím se stolcem (viz obr. 3). Hodnoty z digitálního úchylkoměru se mohou automaticky přes USB port přenášet do notebooku, takže je zaznamenána přesná poloha stolku, při které došlo k sejmutí snímku. Ze série snímků a jejich přesných poloh lze softwarově vytvořit digitální povrchový reliéf a ten pak analyzovat.



Obr. 2 Rekonstrukční mikroskop



Obr. 3 Pohled na napájecí zdroj LED diod, USB kameru a digitální úchylkoměr s notebookem

Vytvořený funkční vzorek rekonstrukčního mikroskopu nového typu je úspěšně používán v naší laboratoři (Ústav fyziky FAST VUT v Brně) ke zmíněné analýze povrchů, a to především lomových povrchů hydratovaných cementových materiálů.