

VÝŠKOVÉ PARAMETRY TEXTURY POVRCHU

www.mmspektrum.com/141103

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky, FSI, VUT v Brně

Článek formuluje návrh změny názvosloví výškových parametrů textury povrchu uvedených v normě ČSN EN ISO 25178-2. Návrh vychází z analogie termínů profilových parametrů definovaných v ČSN EN ISO 4287. Jeho cílem je ulehčit zavádění nových 3D parametrů textury povrchu do praxe podniků.

V normě ČSN EN ISO 25178-2 je definováno celkem sedm výškových parametrů textury povrchu. Jejich české názvy byly vytvořeny překladem z evropské normy EN ISO 25178-2:2012. V následujících částech článku jsou uvedeny navržené změny v názvosloví jednotlivých parametrů, které vznikly na základě analogie názvů profilových parametrů. V další části je pro názornost uveden příklad hodnocení textury dvou vybraných povrchů pomocí těchto výškových parametrů.

Návrh nových názvů výškových parametrů

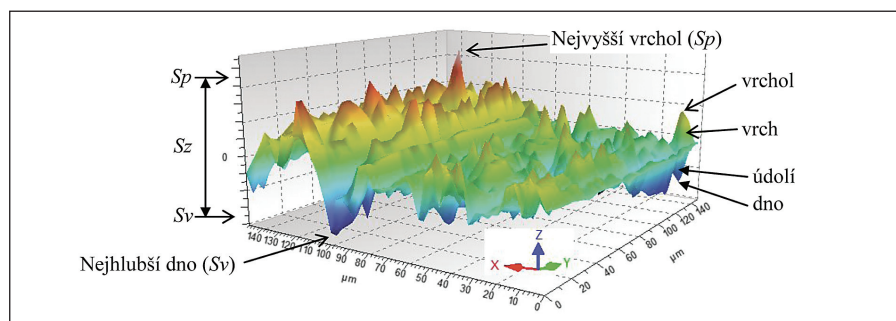
Výškové parametry jsou skupinou parametrů textury povrchu, které představují statistické charakteristiky výšky z (x,y) posuzované plochy [4], [6]. V tabulce 1 je uveden přehled nových názvů výškových parametrů.

Tab. 1. Navrhované názvy výškových parametrů	
S_a, S_o	průměrná aritmetická výška posuzované plochy [μm]
S_q, S_q	průměrná kvadratická výška posuzované plochy [μm]
S_{sk}, S_{sk}	šikmost posuzované plochy [-]
S_{ku}, S_{ku}	špičatost posuzované plochy [-]
S_p, S_p	maximální výška vrcholu posuzované plochy [μm]
S_v, S_v	maximální hloubka dna posuzované plochy [μm]
S_z, S_z	maximální výška posuzované plochy [μm]

Prvním předpokladem vedoucím k novým termínům je respektování analogie z termínů zavedených pro profilové parametry. Druhým předpokladem je nahrazení termínu „omezení stupnice povrchu“ (scale-limited surface) termínem posuzovaná plocha.

Konkrétně autoři navrhuji zavedení jednotlivých pojmů s následujícím zdůvodněním (v závorce je uvedeno číslo příslušného článku normy ČSN EN ISO 25178-2 [3]):

1. Průměrná aritmetická výška posuzované plochy S_a místo termínu „aritmetický průměr výšky omezené stupnice po-



Obr. 1. Objasnění vybraných výškových parametrů textury povrchu

vrchu“ (čl. 4.1.7). Navržený termín je jazykově odvozen od termínu „průměrná aritmetická úchylna posuzovaného profilu R_a “ (ČSN EN ISO 4287, čl. 4.2.1).

2. Průměrná kvadratická výška posuzované plochy S_q místo termínu „základ průměrné výšky čtvercem omezené stupnice povrchu“ (čl. 4.1.1) na základě analogie s parametrem „průměrná kvadratická úchylna posuzovaného profilu R_q “ (ČSN EN ISO 4287, čl. 4.2.2).
3. Šikmost posuzované plochy S_{sk} místo termínu „šikmost omezené stupnice povrchu“ (čl. 4.1.2) podle analogie s pojmem „šikmost posuzovaného profilu R_{sk} “ (ČSN EN ISO 4287, čl. 4.2.3).
4. Špičatost posuzované plochy S_{ku} místo termínu „špičatost omezené stupnice povrchu“ (čl. 4.1.3) podle analogie s názvem „špičatost posuzovaného profilu R_{ku} “ (ČSN EN ISO 4287, čl. 4.2.4).

„největší hloubka prohlubně profilu“ (ČSN EN ISO 4287, čl. 4.1.2). Anglický termín „pit“ je zde vyjádřen termínem „dno“ (3D pojem) ve snaze jej odlišit od 2D pojmu „prohlubeň“, blíže viz obr. 1.

7. Maximální výška posuzované plochy S_z (obr. 1) je navržena místo termínu „maximální výška omezené stupnice povrchu“ (čl. 4.1.6) na základě analogie s pojmem „největší výška profilu R_z “ (ČSN EN ISO 4287, čl. 4.1.3).

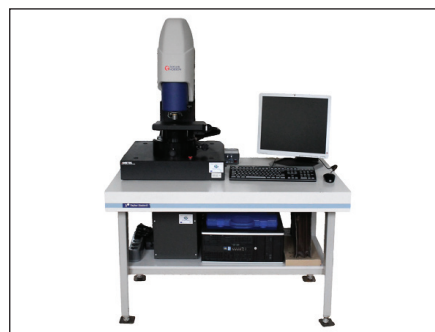
Hodnocení výškových parametrů v praxi

Pomocí přístroje Talysurf CCI Lite (obr. 2) byla provedena pro účely demonstrace výškových parametrů textury 3D analýza povrchu dvou vybraných vzorků.

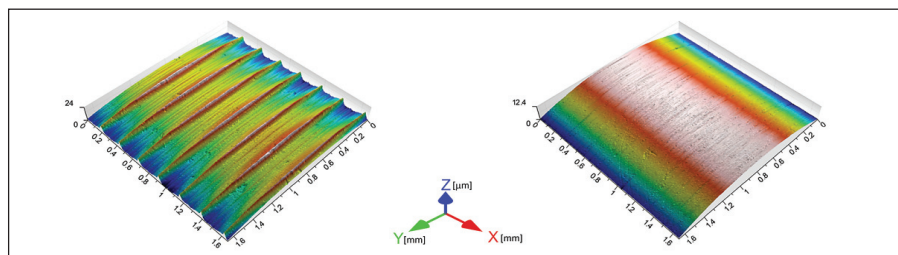
Na následujícím obr. 3 jsou znázorněny 3D modely použitých vzorků. Prvním je soustružený vzorek s periodickým profilem a druhým je lapovaný vzorek s neperiodickým profilem povrchu. Oba vzorky byly nasnímány pomocí objektivu Mirau se zvětšením 10x.

První vzorek s periodickým povrchem (dále jen soustružený vzorek), jehož charakteristický profil ve směru osy X je znázorněn na obr. 4, představuje typický povrch s vysokými hroty, které výrazně vyčnívají nad střední rovinou.

Druhý vzorek s neperiodickým povrchem (dále jen lapovaný vzorek), jehož charakteristický profil ve směru osy X je znázorněn na obr. 5, představuje typický lapovaný povrch



Obr. 2. Optický profilometr Talysurf CCI Lite



Obr. 3. Vzorky pro demonstraci výškových parametrů, vlevo periodický, vpravo neperiodický povrch

s relativně kvalitní kontaktní plochou bez výrazných výstupků s určitým počtem relativně hlubokých prohlubní. V následující tabulce 2 jsou uvedeny hodnoty výškových parametrů textury povrchu obou vzorků.

Podle této tabulky můžeme konstatovat následující: Pravděpodobně nejnámější jsou první dva výškové parametry S_a a S_q a obdobně, jako je tomu i u profilových parametrů, budou ještě v nejbližší době nejčastěji uváděny na výrobních výkresech a ve výrobní dokumentaci. Je vhodné připomenout, že oba parametry představují průměrnou aritmetickou a průměrnou kvadratickou míru výškových souřadnic textury hodnoceného povrchu. Oba parametry nejsou citlivé při rozlišování vrchů a údolí, jejich odlišné hodnoty neposkytují definitivní představu

žený vzorek má výrazně vyšší vrcholy než dna a tomu i odpovídá kladná vyšší hodnota šikmosti ($S_{sk} \approx 1,23$). Naproti tomu lapovaný povrch (obr. 5) má minimální hodnotu vrcholů, ale převažují výrazná dna, a proto má šikmost zápornou hodnotu ($S_{sk} \approx -0,69$).

Špičatost posuzované plochy S_{ku} představuje specifickou míru srovnávací stupeň koncentrace hodnot výškových souřadnic bodů povrchu prostřední velikosti se stupněm „nahuštěnosti“ ostatních hodnot. Protože u obou vzorků je větší stupeň koncentrace prostředních hodnot výškových souřadnic ve srovnání s četností všech ostatních hodnot, jsou hodnoty špičatosti vyšší než hodnota 3,00. Vztah pro výpočet špičatosti posuzované plochy používá čtvrtý centrální moment výšky posuzované plochy, a proto není scho-

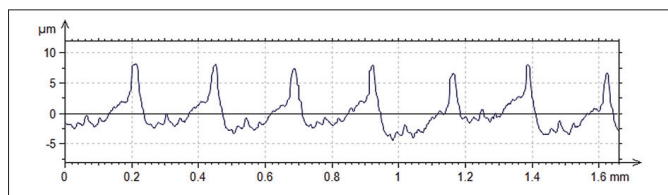
vztahů, proto je zde uvádíme). Hodnota S_p je vzdálenost v mikrometrech mezi nejvyšším vrcholem povrchu a střední rovinou – vztah (1), kde $z_p(x,y)$ je výšková souřadnice vrcholu posuzované plochy. Obdobně hodnota S_v představuje vzdálenost v mikrometrech mezi nejhlubším bodem (dnem) posuzované plochy a střední rovinou – vztah (2), kde $z_v(x,y)$ je výšková souřadnice dna posuzované plochy. Maximální výška posuzované plochy S_z je vzdálenost mezi nejvyšším vrcholem a nejhlubším dnem – viz vztah (3).

$$S_p = \max \{z_p(x, y)\} \quad [\mu\text{m}] \quad (1)$$

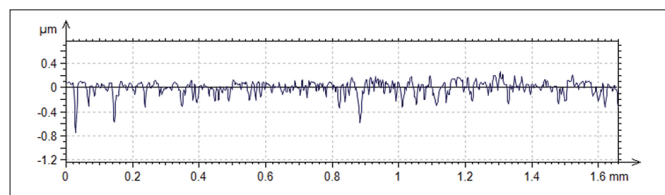
$$S_v = \max \{|z_v(x, y)|\} \quad [\mu\text{m}] \quad (2)$$

$$S_z = S_p + S_v \quad [\mu\text{m}] \quad (3)$$

Význam těchto tří výškových parametrů je obecně doplňkový a uplatní se pravděpodobně především u specifických výrobků (například optické prvky přístrojů, kontakty měřidel, etalony drsnosti atd.). Vždy si musíme uvědomit, že tyto parametry charakterizují hodnoty konkrétních dvou bodů na povrchu. V našem případě všechny tři para-



Obr. 4. Charakteristický profil periodického povrchu soustruženého vzorku



Obr. 5. Charakteristický profil neperiodického lapovaného povrchu

o charakteru a vlastnostech daného povrchu, viz [4], [5], [6], [7]. V našem případě můžeme pouze uvést, že významným způsobem charakterizují odlišnost uváděných vzorků – hodnota S_a soustruženého vzorku je přibližně $2,09 \mu\text{m}$ a S_q je $2,70 \mu\text{m}$, což jsou téměř 20krát větší hodnoty, než má lapovaný vzorek ($S_a \approx 0,11 \mu\text{m}$, $S_q \approx 0,14 \mu\text{m}$). V praxi budeme nejčastěji využívat vždy jen jeden z obou parametrů. Pravděpodobně nejčastěji budeme navrhovat parametr S_a pro obecně drsnější strojírenské povrchy a parametr S_q pro méně drsné povrchy (například optické), i když parametr S_q je možné považovat za statisticky významnější, zvláště u extrémních hodnot vrcholů a den (důlků).

Na základě doposud uvedeného můžeme prohlásit, že pro zpřesnění výškových charakteristik posuzovaného povrchu nutně potřebujeme v technické praxi další druhy výškových parametrů.

Šikmost posuzované plochy S_{sk} představuje míru symetrie hodnot výšky $z(x,y)$ od střední roviny. Kladné znaménko indikuje převahu výšek vrchů nad hloubkami údolí. Záporné znaménko ukazuje na přítomnost výrazných údolí. Na základě obr. 4 vidíme, že soustru-

pen rozlišit vrchy od údolí. Soustružený vzorek má výrazné vrcholy a lapovaný vzorek má výrazná dna, proto jsou hodnoty špičatosti obou vzorků řádově shodné – konkrétně pro soustružený vzorek je $S_{ku} \approx 4,20$ a pro lapovaný je $S_{ku} \approx 5,21$.

Poslední tři parametry S_p , S_v a S_z (obr. 1) jsou parametry, jejichž hodnoty specifikují absolutně nejvyšší a nejnižší body textury zkoumaného povrchu (v normě ČSN EN ISO 25188-2 [3] nejsou definovány pomocí

metry jednoznačně potvrzují odlišnost zvolených vzorků.

Závěr

Sledování, hodnocení a využívání drsnosti povrchu pro zvyšování kvality, a tedy i efektivnosti průmyslových výrobků je jedním ze základních úkolů současného rozvoje strojírenské výroby [1]. Výškové parametry textury povrchu, které představují charakteristiky výšky posuzované plochy, jsou definovány v normě ČSN EN ISO 25178-2. Jejich české názvy se postupně zavádějí do praxe podniků, úřadů, firem a organizací. Navržené zjednodušené názvosloví jednotlivých parametrů vzniklo na základě využití analogie názvů profilových parametrů definovaných v ČSN EN ISO 4287.

Autoři věří, že uvedený článek vyvolá diskusi, která by měla přispět k postupnému úspěšnému zavedení plošných parametrů textury povrchu do praxe.

DOC. ING. RÓBERT JANKOVÝCH, CSC.
PROF. ING. BOHUMIL BUMBÁLEK, CSC

Seznam použité literatury je k dispozici na www.mmspektrum.com/141103

Tab. 2. Hodnoty výškových parametrů textury vzorků z obr. 2

Parametr	Soustružený vzorek s periodickým profilem	Lapovaný vzorek s neperiodickým profilem
S_a [μm]	2,092 1	0,105 17
S_q [μm]	2,700 9	0,137 87
S_{sk} [-]	1,229 5	-0,692 56
S_{ku} [-]	4,197 7	5,207 8
S_p [μm]	8,964 1	0,745 96
S_v [μm]	5,744 8	2,529 0
S_z [μm]	14,709 0	3,274 9