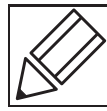


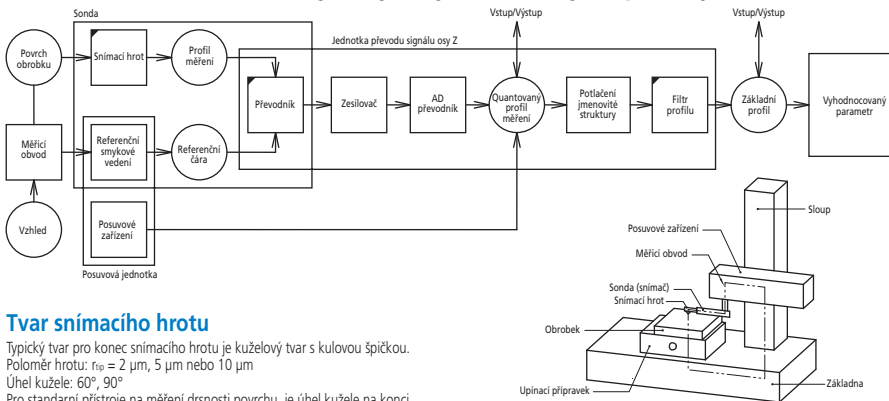
Stručný průvodce přesnými měřicími přístroji



Surftest (Přístroje na měření drsnosti povrchu)

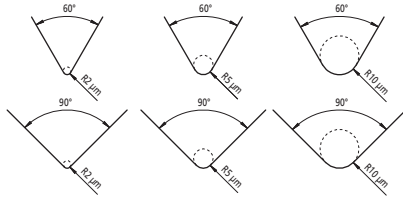
- ČSN EN ISO 1302:2002 Geometrické požadavky na výrobky (GPS)
 - Označování struktury povrchu v technické dokumentaci výrobků
- ČSN EN ISO 4287:1999 Geometrické požadavky na výrobky (GPS)
 - Struktura povrchu: Profilová metoda - Termíny, definice a parametry struktury povrchu
- ČSN EN ISO 4288:1999 Geometrické požadavky na výrobky (GPS)
 - Struktura povrchu: Profilová metoda - Pravidla a postupy pro posuzování struktury povrchu
- ČSN EN ISO 3274:1999 Geometrické požadavky na výrobky (GPS)
 - Struktura povrchu: Profilová metoda – Jmenovité charakteristiky dotkových (hrotových) přístrojů

Jmenovité charakteristiky dotkových (hrotových) přístrojů



Tvar snímáčního hrotu

Typický tvar pro konec snímáčního hrotu je kuželový tvar s kulovou špičkou. Poloměr hrotu: $r_{hp} = 2 \mu\text{m}$, $5 \mu\text{m}$ nebo $10 \mu\text{m}$
 Úhel kužele: 60° , 90°
 Pro standardní přístroje na měření drsnosti povrchu, je úhel kužele na konci snímáčního hrotu 60° , pokud není uvedeno jinak.



Statická měřicí síla

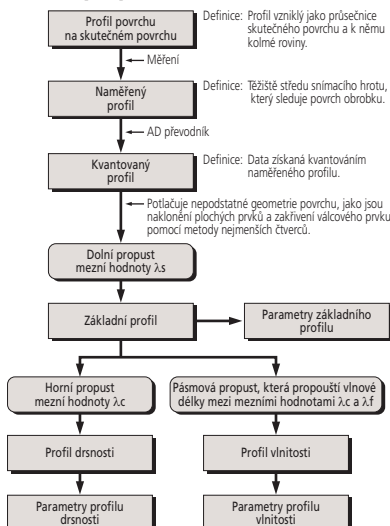
Jmenovitý poloměr zakřivení konce snímáčního hrotu: μm	Statická měřicí síla ve střední poloze snímáčního hrotu: mN	Tolerance změn statické měřicí síly: mN/ μm
2	0,75	0,035
5	0,75 (4,0) ^{Pozn.1}	0,2
10		

Pozn.1: Maximální hodnota statické měřicí síly ve střední poloze snímáčního hrotu má být 4,0 mN pro speciální strukturované sondy včetně vyměnitelného snímáčního hrotu.

Metrologické charakteristiky fázově korigovaných filtrů

Filtr profilu je fázově korigovaný filtr bez fázového zpoždění (přičina zkreslení profilu v závislosti na vlnové délce). Hmotnostní funkce fázově korigovaného filtru prokazuje normální (Gaussovo) rozdělení, v němž je přenosová amplituda na 50% mezní vlnové délky.

Postup zpracování dat



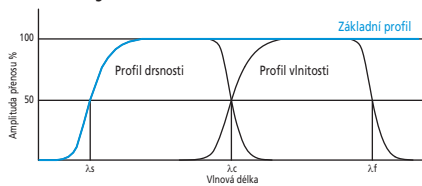
Vztah mezi mezní hodnotou a poloměrem snímáčního hrotu

Následující tabulka uvádí vztah mezi mezní hodnotou drsnosti profilu λ_c , poloměrem snímáčního hrotu r_{hp} a mezním poměrem λ_c/λ_s .

λ_c mm	λ_s μm	λ_c/λ_s	Maximální r_{hp} μm	Maximální základní délka mm
0,08	2,5	30	2	0,5
0,25	2,5	100	2	0,5
0,8	2,5	300	2 Pozn.1	0,5
2,5	8	300	5 Pozn.2	1,5
8	25	300	10 Pozn.2	5

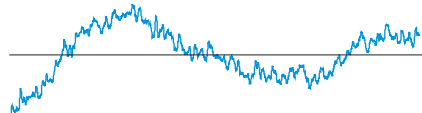
Pozn.1: Pro povrch s $Ra=0,5 \mu\text{m}$ nebo $Rz=3 \mu\text{m}$, se obvykle nevyskytne významná chyba v měření, i když $r_{hp} = 5 \mu\text{m}$.
 Pozn.2: Pokud mezní hodnota λ_s je 2,5 μm nebo 8 μm , zeslabení signálu v důsledku mechanického filtrování snímáčního hrotu s doplněným poloměrem hrotu, se zobrazí více pravoúhlého pásmu profilu drsnosti. Z tohoto důvodu malá chyba v poloměru hrotu nebo tvaru snímáčního hrotu nemá vliv na vypočtené hodnoty parametru z měření. Pokud je nutný konkrétní mezní poměr, musí být tento poměr definován.

Profily drsnosti



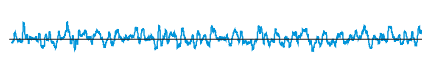
Základní profil

Profil získaný z měřeného profilu použitím dolní propusti s mezní hodnotou λ_s .



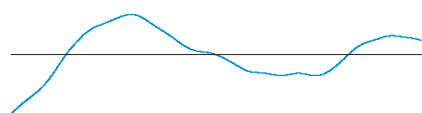
Profil drsnosti

Profil získaný ze základního profilu potlačením dlouhových složek pomocí horní propusti s mezní hodnotou λ_c .



Profil vlnitosti

Profil získaný ze základního profilu potlačením dlouhovělné složky λ_f a krátkovělné složky λ_c pomocí pásmové propusti.



Definice parametrů

ČSN EN ISO 4287:1999

Výškové parametry (výstupky a prohlubně)

- Největší výška výstupku základního profilu P_p
- Největší výška výstupku profilu drsnosti R_p
- Největší výška výstupku profilu vlnitosti W_p

Výška Z_p největšího výstupku profilu v rozsahu základní délky



Největší hloubka prohlubně základního profilu P_v

- Největší hloubka prohlubně profilu drsnosti R_v
- Největší hloubka prohlubně profilu vlnitosti W_v

Hloubka Z_v nejnižší prohlubně profilu v rozsahu základní délky



Největší výška základního profilu P_z

- Největší výška profilu drsnosti R_z
- Největší výška profilu vlnitosti W_z

Součet výšky Z_p nejvyššího výstupku profilu a hloubky Z_v nejnižší prohlubně profilu v rozsahu základní délky

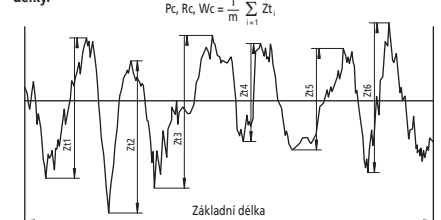


⚠ Ve staré JIS a ISO 4287-1:1984 byla použita značka pro udání "výšky nerovnosti z deseti bodů". V některých zemích jsou užívány přístroje pro měření drsnosti, které měří dřívější parametr Rz . Tomu proto musí být věnována pozornost při používání existující technické dokumentace a výkresů, protože rozdíl výsledků získaných rozdílnými typy přístrojů nejsou vždy zanedbatelně malé.

Průměrná výška prvků základního profilu P_c

- Průměrná výška prvků profilu drsnosti R_c
- Průměrná výška prvků profilu vlnitosti W_c

Průměrná hodnota výšek Z_t prvků profilu v rozsahu základní délky.



Celková výška základního profilu P_t

- Celková výška profilu drsnosti R_t
- Celková výška profilu vlnitosti W_t

Součet výšky Z_p nejvyššího výstupku profilu a hloubky Z_v nejnižší prohlubně profilu v rozsahu vyhodnocované délky



Výškové parametry (průměrné hodnoty pořadnic)

Průměrná aritmetická úchylna základního profilu P_a
 Průměrná aritmetická úchylna profilu drsnosti R_a
 Průměrná aritmetická úchylna profilu vlnitosti W_a
 Aritmetický průměr absolutních hodnot pořadnic $Z(x)$ v rozsahu základní délky

$$P_a, R_a, W_a = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx$$

s l jako l_p , l_r nebo l_w podle případu.

Průměrná kvadratická úchylna základního profilu P_q

Průměrná kvadratická úchylna profilu drsnosti R_q

Průměrná kvadratická úchylna profilu vlnitosti W_q

Kvadratický průměr pořadnic $Z(x)$ v rozsahu základní délky

$$P_q, R_q, W_q = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l Z^2(x) dx}$$

s l jako l_p , l_r nebo l_w podle případu.

Šikmost základního profilu P_{sk}

Šikmost profilu drsnosti R_{sk}

Šikmost profilu vlnitosti W_{sk}

Podíl průměrné hodnoty třetích mocnin pořadnic $Z(x)$ a třetí mocniny P_q, R_q nebo W_q v rozsahu základní délky

$$R_{sk} = \frac{1}{R_q^3} \left[\frac{1}{l} \int_0^l Z^3(x) dx \right]$$

Výše uvedená rovnice definuje R_{sk} . P_{sk} a W_{sk} jsou definovány podobným způsobem. P_{sk}, R_{sk} , a W_{sk} jsou mírou symetrie a hustoty pravděpodobnosti hodnot pořadnic.

Špičatost základního profilu P_{ku}

Špičatost profilu drsnosti R_{ku}

Špičatost profilu vlnitosti W_{ku}

Podíl průměrné hodnoty čtvrtých mocnin pořadnic $Z(x)$ a čtvrté mocniny P_q, R_q nebo W_q v rozsahu základní délky

$$R_{ku} = \frac{1}{R_q^4} \left[\frac{1}{l} \int_0^l Z^4(x) dx \right]$$

Výše uvedená rovnice definuje R_{ku} . P_{ku} a W_{ku} jsou definovány podobným způsobem. P_{ku}, R_{ku} , a W_{ku} jsou mírou špičatosti a hustoty pravděpodobnosti hodnot pořadnic.

Délkové parametry

Průměrná šířka základního profilu P_{Sm}

Průměrná šířka profilu drsnosti R_{Sm}

Průměrná šířka profilu vlnitosti W_{Sm}

Aritmetický průměr šířek X_s prvků profilu v rozsahu základní délky

$$P_{Sm}, R_{Sm}, W_{Sm} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_{s_i}$$



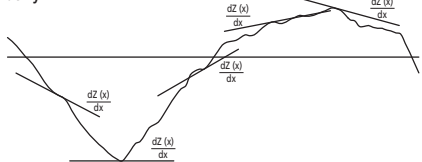
Tvarové parametry

Průměrný kvadratický sklon základního profilu $P_{\Delta q}$

Průměrný kvadratický sklon profilu drsnosti $R_{\Delta q}$

Průměrný kvadratický sklon profilu vlnitosti $W_{\Delta q}$

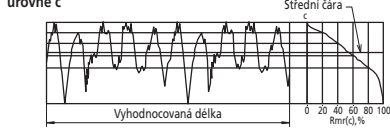
Kvadratický průměr sklonů pořadnic dZ/dx v rozsahu základní délky



Křivky, funkce hustoty pravděpodobnosti a související parametry

Křivka materiálového poměru profilu (Abbott Firestoneova křivka)

Křivka reprezentující materiálový poměr profilu v závislosti na výšce úrovně c



Materiálový poměr základního profilu $P_{mr}(c)$

Materiálový poměr profilu drsnosti $R_{mr}(c)$

Materiálový poměr profilu vlnitosti $W_{mr}(c)$

Poměr délky materiálu elementů profilu $MI(c)$ na dané úrovni c , k vyhodnocované délce

$$P_{mr}(c), R_{mr}(c), W_{mr}(c) = \frac{MI(c)}{l_n}$$

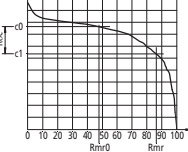
Rozdíl výšky úseku základního profilu $P_{\Delta c}$

Rozdíl výšky úseku profilu drsnosti $R_{\Delta c}$

Rozdíl výšky úseku profilu vlnitosti $W_{\Delta c}$

Svislá vzdálenost mezi úrovněmi dvou úseků daného materiálového poměru

$$R_{\Delta c} = c(R_{mr1}) - c(R_{mr2}), R_{mr1} < R_{mr2}$$



Vzájemný materiálový poměr základního profilu P_{mr}

Vzájemný materiálový poměr profilu drsnosti R_{mr}

Vzájemný materiálový poměr profilu vlnitosti W_{mr}

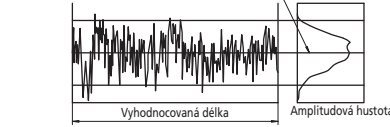
Materiálový poměr určený úrovní částí profilu $R_{\Delta c}$ (nebo $P_{\Delta c}$ nebo $W_{\Delta c}$), vztažený k úrovni c_0

$$P_{mr}, R_{mr}, W_{mr} = P_{mr}(c_1), R_{mr}(c_1), W_{mr}(c_1)$$

kde $c_1 = c_0 - R_{\Delta c}(R_{\Delta c}, W_{\Delta c})$
 $c_0 = c(P_{m0}, R_{m0}, W_{m0})$

Empirické rozdělení výšek profilu (výškové parametry křivky amplitud profilu)

Hustota pravděpodobnosti pořadnic $Z(x)$ v rozsahu vyhodnocované délky



Konkrétní parametry JIS

Výška nerovnosti z deseti bodů, Rz_{10}

Součet absolutní průměrné výšky pěti nejvyšších vrcholů profilu a absolutní průměrné hloubky pěti nehlubších prohlubní profilu, měřených od střední čáry základní délky profilu drsnosti. Tento profil je získán ze základního profilu pomocí fázově korigované pásmové propusti s mezními hodnotami λ_c a λ_s .

$$Rz_{10} = \frac{|Z_{p1} + Z_{p2} + Z_{p3} + Z_{p4} + Z_{p5}| + |Z_{v1} + Z_{v2} + Z_{v3} + Z_{v4} + Z_{v5}|}{5}$$



Symbol	Použitý profil
RzJIS82	Naměřený profil povrchu
RzJIS94	Profil drsnosti odvozený od základního profilu pomocí fázově korigované horní propusti

Průměrná aritmetická úchylna profilu Ra_{75}

Aritmetický průměr absolutních hodnot úchylek profilu od střední čáry v rozsahu základní délky profilu drsnosti (75%). Tento profil je získán z měřeného profilu pomocí analogové horní propusti s dělicím poměrem 12db/oktávu a mezní hodnotou λ_c .

$$Ra_{75} = \frac{1}{l_n} \int_0^{l_n} |Z(x)| dx$$

Základní délka pro parametry drsnosti povrchu

ČSN EN ISO 4288:1999

Tabulka 1: Základní délky pro parametry ($R_a, R_q, R_{sk}, R_{ku}, R_{\Delta q}$), neperiodického profilu drsnosti, křivky materiálového poměru, funkce hustoty pravděpodobnosti a související parametry

R_a μm	Základní délka l_r mm	Vyhodnocovaná délka l_n mm
(0,006) < R_a ≤ 0,02	0,08	0,4
0,02 < R_a ≤ 0,1	0,25	1,25
0,1 < R_a ≤ 2	0,8	4
2 < R_a ≤ 10	2,5	12,5
10 < R_a ≤ 80	8	40

Tabulka 2: Základní délky pro parametry (R_z, R_v, R_p, R_c, R_t) neperiodického profilu drsnosti

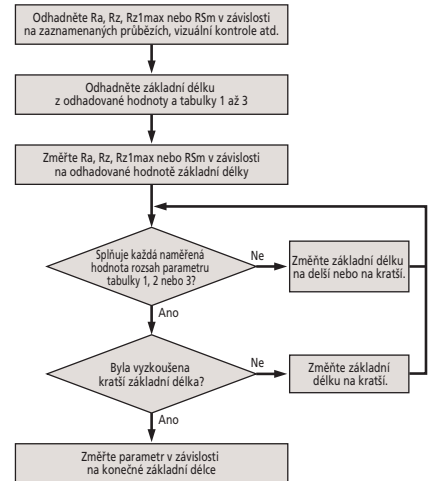
R_z R_z1max μm	Základní délka l_r mm	Vyhodnocovaná délka l_n mm
(0,025) < R_z, R_z1max ≤ 0,1	0,08	0,4
0,1 < R_z, R_z1max ≤ 0,5	0,25	1,25
0,5 < R_z, R_z1max ≤ 10	0,8	4
10 < R_z, R_z1max ≤ 50	2,5	12,5
50 < R_z, R_z1max ≤ 200	8	40

1) R_z se používá pro měření R_z, R_v, R_p, R_c a R_t .
 2) R_z1max se používá pouze pro měření $R_z1max, R_v1max, R_p1max$ a R_c1max .

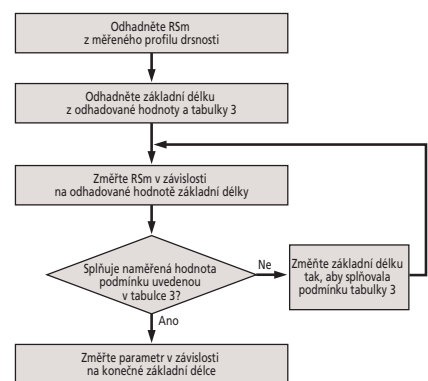
Tabulka 3: Základní délky pro měření parametru periodického profilu drsnosti a parametru R_{sm} periodického nebo neperiodického profilu

R_{sm} mm	Základní délka l_r mm	Vyhodnocovaná délka l_n mm
0,013 < R_{sm} ≤ 0,04	0,08	0,4
0,04 < R_{sm} ≤ 0,13	0,25	1,25
0,13 < R_{sm} ≤ 0,4	0,8	4
0,4 < R_{sm} ≤ 1,3	2,5	12,5
1,3 < R_{sm} ≤ 4	8	40

Postup stanovení základní délky, pokud není stanovena



Obr.1 Postup stanovení základní délky neperiodického profilu, pokud není stanovena.



Obr.2 Postup stanovení základní délky periodického profilu, pokud není stanovena.