

مفاهیم و معیارهای زبری یا صافی سطح

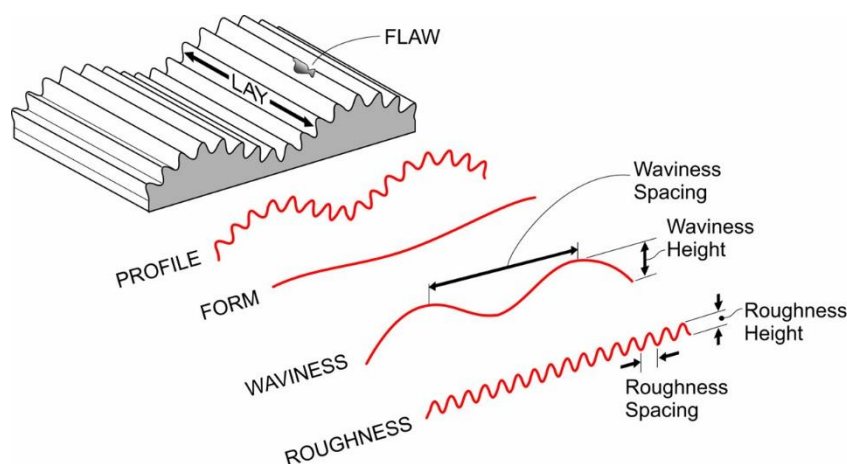
مقدمه :

کیفیت سطح یکی از مهمترین پارامترها در متروлоژی سطح است که در صنعت ساخت و تولید به جهت افزایش کیفیت سطوح تولیدی و به منظور کنترل قیمت محصول به نحوی که قطعه بهترین عملکرد را داشته باشد مورد بررسی و بحث قرار می گیرد . هرچند نیاز به این امر در صنعت به صورت لگاریتمی در حال افزایش است .

در متروлоژی سطح اختلاف بین نقاط در یک سطح به نسبت نقاط دیگر در همان سطح مورد بررسی قرار می گیرد . اندازه گیری مشخصه های سطح به منظور عملکرد بهتر اجزا ، کاهش قیمت و زیبای سطح انجام می شود .

متروлоژی سطح (Surface metrology):

در متروлоژی یا پاتولوژی سطح بافت سطوح و هندسه سطح مورد بررسی قرار می گیرد . خواب سطح (Lay)، جهت الگوی غالب سطوح است که معمولاً توسط فرایند ماشینکاری ایجاد می شود . زبری سطح اشاره به ناهمواری های ریز سطوح دارد. میزان موجی بودن به ناهمواری های از سطح گفته می شود که فاصله بندی آن بیشتر از زبری سطح باشد.



زبری (Roughness) : بی نظمی های روی سطح را زبری سطح می گوئیم همچنین این مشخصه بیانگر تعداد قلعه و دره های موجود در سطح می باشد . عدد زبری رابطه مستقیم با تعداد این قلعه و دره ها دارد به طوری که هرچه عدد کوچکتر باشد تعداد این قلعه و دره ها کمتر است و سطح کیفیت بهتری را داراست .

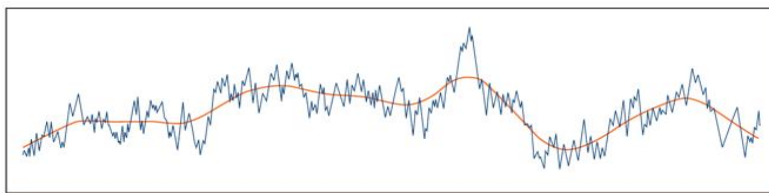
موجی بودن (Wariness): موج دار بودن ناشی از انحراف، تغییر شکل یا ارتعاش ذرات است. این پارامتر نشان می دهد که آیا سطح فاصله بیشتری بین بی نظمی ها دارد یا خیر و می توان آن را با دیگر سطوح مقایسه کرد . در شکل بالا به طور اغراق آمیز قابل قیاس هستند.

تفاوت زبری سطح و صافی سطح

زبری سطح ترجمه عبارت Surface Roughness است. در بیشتر موارد بجای این عبارت از صافی سطح استفاده می‌شود. در انگلیسی نیز از عبارت Surface Finish به اشتباه استفاده می‌شود. تفاوت این دو مورد زیاد است ولی مهم‌ترین مورد، نوع این پارامترها است. زبری سطح یک پارامتر کمی است که قابل اندازه‌گیری است و می‌توان آن را با یک عدد که دارای واحد است گزارش نمود. ولی صافی سطح یک پارامتر کیفی است که قابلیت اندازه‌گیری ندارد و فقط قابل مقایسه است.

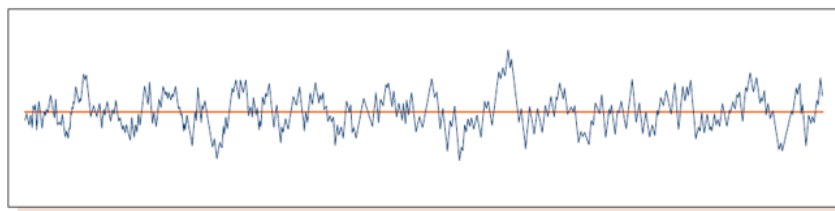
تفاوت زبری با تیرانس هندسی

در بررسی انحنا و اعوجاج یک سطح باید به اندازه این تغییرات توجه داشت. فرض کنید یک طول نمونه (In) از یک سطح بریده شده است. به این هندسه Primary Profile گفته می‌شود. این هندسه دارای یک هندسه موجی پایه است که روی روی آن نوسانات زبری اتفاق می‌افتد.



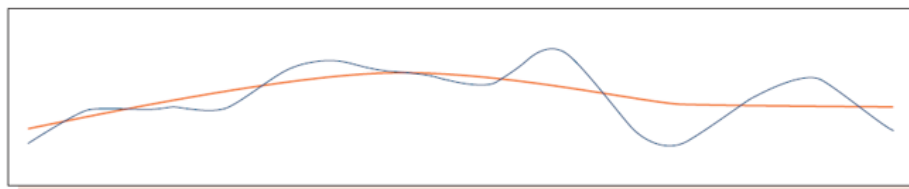
Primary Profile در طول نمونه

اگر منحنی پایه را از P-Profile حذف کنیم، همانند شکل زیر Roughness Profile بدست می‌آید. این سطح موضوع بررسی زبری سطح است. در استاندارد DIN 4760 به این سطوح، مرتبه 3 و 4 گفته می‌شود. در این نوسانات نسبت عمق دره به طول موج مقداری کوچکتر از 100 است. در استاندارد DIN 4760 سطوح مرتبه 5 و 6 هم وجود دارد که در ردیف زبری سطح قرار می‌گیرد. این سطوح در مقیاس کریستال هستند و با مواردی همانند خوردگی یا اسیدشویی بوجود می‌آید.



Roughness Profile در طول نمونه

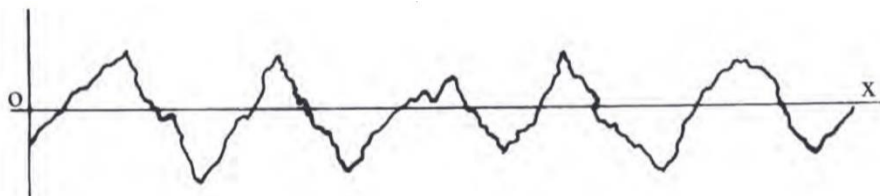
اگر از P-Profile منحنی R-Profile حذف شود حاصل Waviness Profile خواهد بود. این منحنی همانند شکل زیر ترکیبی از یک موج پایه (منحنی قرمز) و یک نوسان روی منحنی پایه (منحنی آبی) است. منحنی قرمز در استاندارد DIN 4760 به سطح مرتبه اول و منحنی آبی رنگ به سطح مرتبه دوم معروف است.



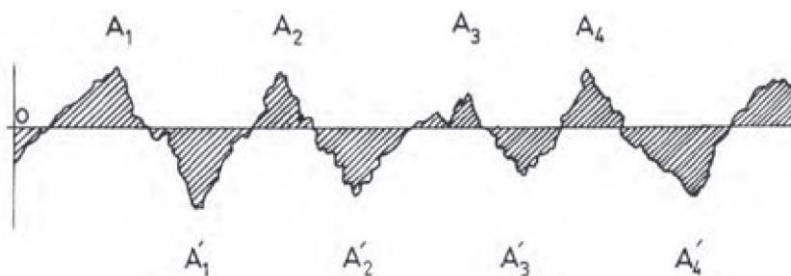
Waviness Profile در طول نمونه

سنجه های زبری سطح

1-روش اول : میانگین زبری سطح که با R_a نشان داده می شود در واقع معدل ارتفاعات نسبت به یک خط مرکزی می باشد . این خط به طور تقریبی موازی با جهت طول نمونه می باشد و بایستی آن را طوری در نظر گرفت که در قسمت متوسط پستی و بلندی ها باشد . همان طور که در شکل نشان داده شده این خط OX نام گذاری شده است .



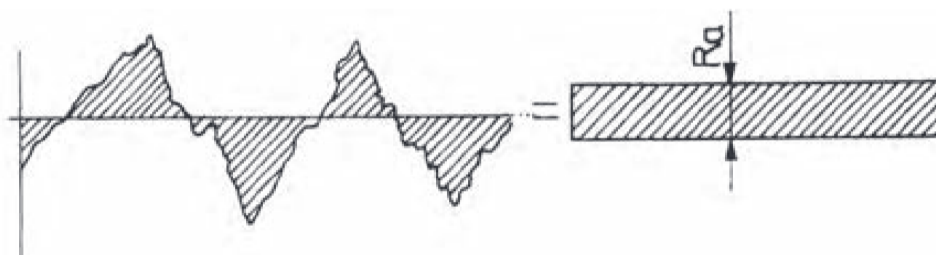
خط OX چنان ترسیم شده که مساحت سطوح هاشور خورده بالای خط و پایین خط تقریباً برابر باشد .



اگر مجموع سطوح A_n و A'_n را با A نشان دهیم در این صورت داریم :

$$A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \dots = A'_1 + A'_2 + A'_3 + A'_4 = A$$

در این صورت می توان یک نوار را فرض کرد که طول آن برابر طول نمونه و مساحت آن برابر با A می باشد و عرض آن بیانگر مقدار زبری است . به شکل زیر توجه کنید .



مقدار Ra مقدار کوچکی است واحد اندازه گیری آن میکرون می باشد . هرچند عرض نوار کمتر باشد سطح دارای صافی بیشتری است.

2-روش دوم : میانگین بلندترین ارتفاع های زبری که با Rz نمایش داده می شود . برای بدست آوردن Rz با در نظر گرفتن طول نمونه آن را به 5 قسمت مساوی تقسیم کرده و هر قسمت باید شامل بلندترین پستی و بلندی باشد . طبیعی است که مقادیر منفی بایستی مثبت در نظر گرفته شود .



بنابراین :

$$Rz = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y'_1 + y'_2 + y'_3 + y'_4 + y'_5}{5}$$

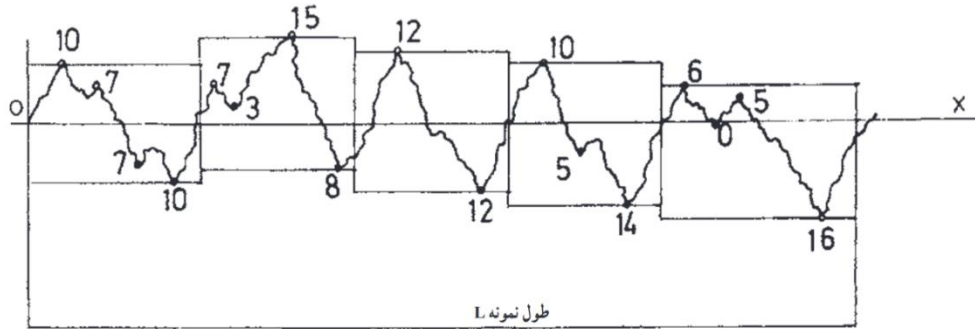
در این روش لزوما نباید محور OX در قسمت میانی قرار گیرد بلکه بایستی موازی با صفحه در جهت طول نمونه باشد . همان طور که در شکل زیر نشان داده شده است در نمونه بایستی 10 قسمت مورد بررسی قرار گیرد 5 تا پستی و 5 تا بلندی .



بنابراین :

$$R_z = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5}{5}$$

مثال: در یک طول نمونه در زیر میکروسکوپ نمودار زیر مشاهده و ترسیم شده است .



اعداد نمایش داده شده برحسب میکرون و به نسبت خط مبنای OX می باشد .

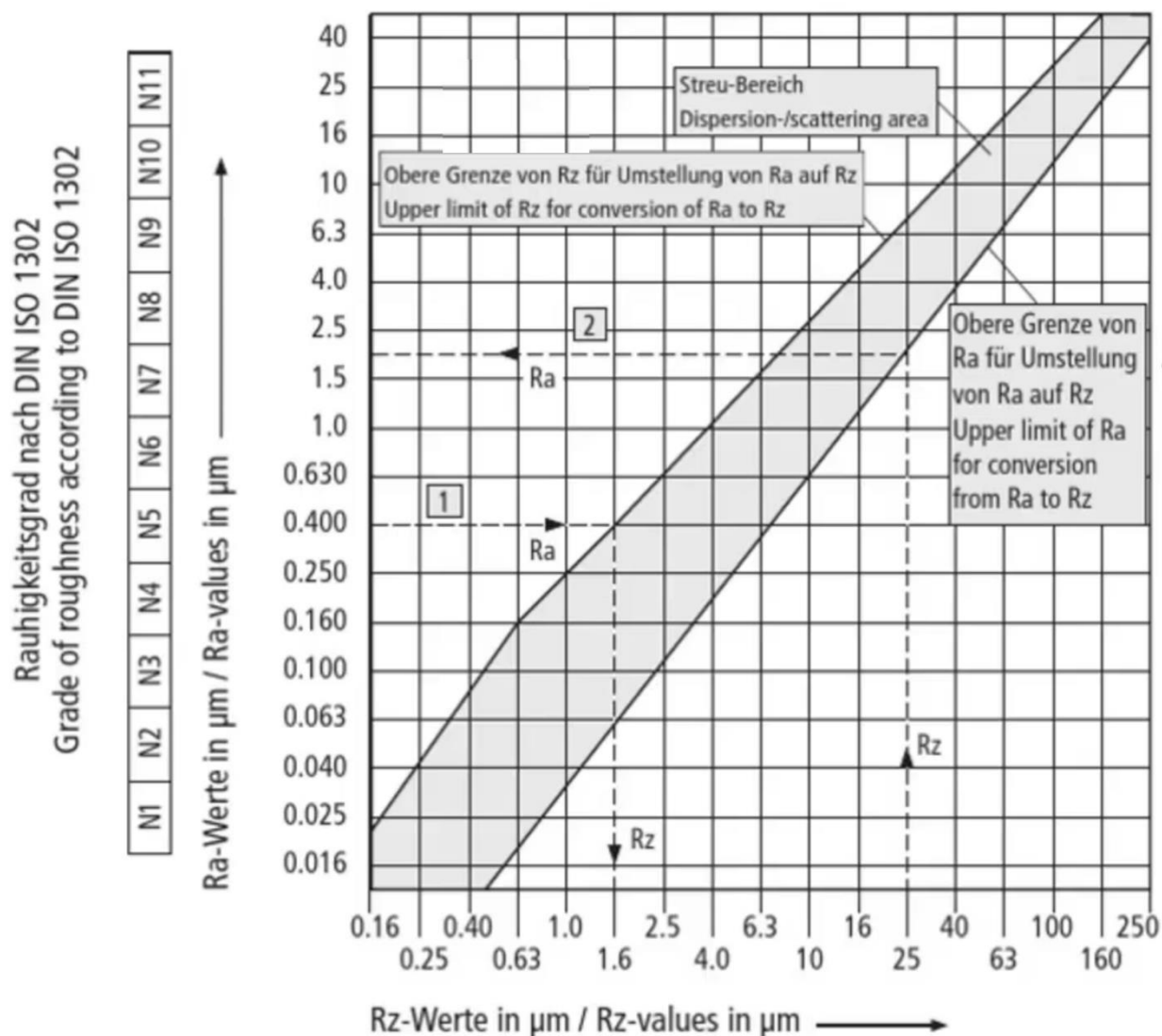
بنابراین:

$$R_z = \frac{20 + 23 + 24 + 24 + 22}{5} = 22.6\mu m$$

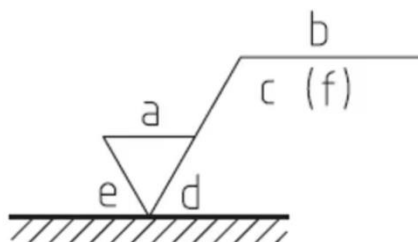
نکته: رابطه ریاضی بین روش Ra و Rz وجود ندارد. اما برای Ra یک رنجی از Rz و بالعکس وجود دارد که با توجه به نمودار زیر می توان آن را بدست آورد .

فرض کنید کیفیت یک سطح $Rz=25\mu m$ می باشد و ما به معادل آن در سیستم Ra نیاز داریم .

به عدد 25 روی محور Rz دقت کنید و آن را دنبال کنید با برخورد خط به منحنی مشخص می شود که حد پایین 2 می باشد و حد بالای آن تقریباً 6.3 می باشد که با توجه به کیفیت مورد نیاز می توانید درون این بازه آن را تغییر دهید .



نمادهای صافی سطح در نقشه کشی صنعتی:



(a) : بیانگر مقدار زبری در روش Ra می باشد .

(f) : مقدار زبری برحسب Rz

(b) : نوع ماشینکاری یا روش تولید خاص ، آبکاری و ...

(c) : طول نمونه

(d) : جهت شیار

(e) : مقدار مجاز ماشینکاری

برای اینکه اطلاعات و جزئیات دقیقی از برخی سطوح در نقشه به تولید کنندگان معرفی شود از این علائم زیر استفاده می شود :



1- نماد پایه صافی سطح (نیاز به پرداخت خاصی نمی باشد)

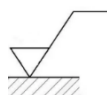


2- نماد پرداخت (سطح قطعه باید ماشینکاری گردد تا به صافی مدنظر برسد)



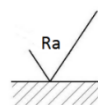
3- نماد بدون پرداخت (این نماد بدین معنی است که قطعه تولید شده نباید ماشینکاری گردد)

نماد باقی ماندن سطح بدون پرداخت (سطح به هر روشی تولید شده (با ماشینکاری یا بدون ماشینکاری)

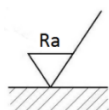


به همان صورت بماند و پرداخت دیگری انجام نشود)

نماد مقدار سطح با مقدار مشخص صافی (سطح تولید شده با هر روشی، باید به مقدار مشخصی از

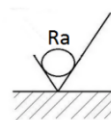


صافی (Ra) برسد)



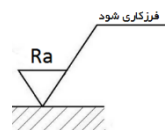
نماد سطح با براده برداری ماشینی (سطح با براده برداری ماشینی و به مقدار مشخص Ra برسد).

نماد قطعه بدون ماشینکاری با صافی مشخص (قطعه تولیدی بدون ماشینکاری است اما باید پرداخت

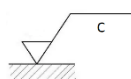


مشخص شده را دارا باشد)

نماد سطح با ماشینکاری ویژه (کارهای آبکاری، سخت کاری، رنگ کاری و... روی قطعه ماشینکاری شده



با صافی مشخص انجام شود)



یادآوری طول نمونه (اگر لازم به یادآوری طول نمونه باشد زیر رادیکال درج می شود)

جدول استاندارد مقدار زبری : مشخص است که Ra بیانگر مقدار زبری سطح است و هر عددی می تواند باشد اما استاندارد برای سازماندهی و جلوگیری تفسیرهای متفاوت 12 مرحله پیشنهاد داده که در جدول زیر آورده شده و معادل آن در سیستم اینچی نیز مشخص است .

مقدار ریزی Ra		عدد درجه ریزی
میکرون اینچ μ "	میکرون متر μm	
۲۰۰۰	۵۰	N۱۲
۱۰۰۰	۲۵	N۱۱
۵۰۰	۱۲٫۵	N۱۰
۲۵۰	۶٫۳	N۹
۱۲۵	۳٫۲	N۸
۶۳	۱٫۶	N۷
۳۲	۰٫۸	N۶
۱۶	۰٫۴	N۵
۸	۰٫۲	N۴
۴	۰٫۱	N۳
۲	۰٫۰۵	N۲
۱	۰٫۰۲۵	N۱

تأثیر روش تولید بر کیفیت سطح

یک قطعه زمانی که طراحی می شود با توجه به هندسه و عملکرد آن قطعه به روش های متعددی می توان آن را تولید کرد و در هر روش کیفیت سطوح متفاوت می باشد. در جدول زیر به این امر اشاره شده است که با چه روشی، چه کیفیتی را می توان بدست آورد.

