
Norme internationale



4288

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

● **Règles et procédures pour le mesurage de la rugosité de surface avec des instruments à palpeur**

Rules and procedures for the measurement of surface roughness using stylus instruments

Première édition — 1985-05-01

CDU 620.179.118

Réf. n° : ISO 4288-1985 (F)

Descripteurs : état de surface, rugosité, mesurage de rugosité, contrôle.

Prix basé sur 6 pages

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 4288 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 57, *Métrologie et propriétés des surfaces*.

Règles et procédures pour le mesurage de la rugosité de surface avec des instruments à palpeur

0 Introduction

Le but de la présente Norme internationale est de faciliter l'obtention de résultats corrects et comparables lors du contrôle de la rugosité de surface de pièces en cours de fabrication mais également de produit finis.

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit les règles et fixe les procédures pour le mesurage des paramètres de rugosité de surface R_a , R_v et R_z avec des instruments à palpeur à transformation progressive du profil et des systèmes de mesurage avec calculateur dans lesquels les instruments cités ci-devant sont utilisés.

NOTE — Les paramètres de rugosité de surface S_{mv} , S et t_p seront traités après accord sur les règles et procédures pour leur mesurage

2 Références

ISO 468, *Rugosité de surface — Paramètres, leurs valeurs et les règles générales de la détermination des spécifications.*

ISO 1879, *Instruments de mesurage de la rugosité des surfaces par la méthode du profil — Vocabulaire.*

ISO 1880, *Instruments de mesurage de la rugosité des surfaces par la méthode du profil — Instruments (à palpeur) avec contact à transformation progressive du profil — Enregistreurs de profil.*

ISO 2602, *Interprétation statistique de résultats d'essais — Estimation de la moyenne — Intervalle de confiance.*

ISO 2632/1, *Échantillons de comparaison viso-tactile de rugosité — Partie 1: Tournage, rectification, alésage, fraisage, rabotage et planage.*

ISO 2632/2, *Échantillons de comparaison viso-tactile de rugosité — Partie 2: Surfaces pour électro-érosion, granailage sphérique et angulaire, et polissage.*

ISO 2632/3, *Échantillons de comparaison viso-tactile de rugosité — Partie 3: Surfaces moulées.*

ISO 3274, *Instruments de mesurage de la rugosité des surfaces par la méthode du profil — Instruments à palpeur — Aiguille, à transformation progressive du profil — Profilomètres à contact du système M.*

ISO 4287/1, *Rugosité de surface — Terminologie — Partie 1: Surface et ses paramètres.*

3 Définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les termes et définitions donnés dans les normes citées en référence sont applicables.

4 Généralités

Afin de décider si un procédé de fabrication particulier donne ou non le fini de surface exigé, il est nécessaire de comparer les valeurs des paramètres de rugosité de la surface de la pièce aux exigences spécifiées sur les dessins ou autres documents techniques.

La rugosité de surface de la pièce à contrôler peut apparaître homogène ou peut être assez différente sur diverses zones. Ceci peut être déterminé par examen visuel de la surface. Dans le cas où la rugosité de surface apparaît homogène, les valeurs des paramètres de rugosité déterminées le long de la surface entière doivent être utilisées pour la comparaison avec les exigences spécifiées sur les dessins ou autres documents techniques.

Si des zones différentes présentent manifestement une rugosité de surface différente, les valeurs des paramètres de rugosité de surface déterminées sur ces zones doivent être utilisées pour la comparaison avec les exigences spécifiées sur les dessins ou autres documents techniques.

Lorsque les exigences sont spécifiées par la limite supérieure du paramètre de rugosité de surface, il faut utiliser la ou les zones de la surface qui semblent présenter la rugosité maximale, c'est-à-dire les valeurs maximales du paramètres de rugosité de surface. Lorsque les exigences sont spécifiées par la limite inférieure du paramètre de rugosité de surface, il faut utiliser la ou les zones qui semblent présenter la rugosité minimale. Si la

rugosité de la surface à contrôler ou de certaines de ces zones diffère nettement de celle exigée sur les dessins, la méthode de l'évaluation visuelle ou la méthode de comparaison à des échantillons suivant l'ISO 2632/1, l'ISO 2632/2 et l'ISO 2632/3 peut être utilisée pour le contrôle de la rugosité de surface. Dans ce cas, les méthodes ci-devant peuvent donner des résultats à valeur unique. Dans les autres cas, les méthodes de mesurage avec instruments devraient être utilisées.

Lorsque les exigences sont spécifiées par la limite supérieure du paramètre de rugosité de surface, la surface est considérée comme étant acceptable si au maximum 16 % de toutes les valeurs mesurées du paramètre de rugosité de surface dépassent la valeur spécifiée sur les dessins ou autres documents techniques. Dans le cas où la limite inférieure est spécifiée, la surface est considérée comme étant acceptable si au maximum 16 % de toutes les valeurs mesurées du paramètre de rugosité de surface peuvent être dépassées par la valeur spécifiée.

Lorsque les exigences sont spécifiées par la valeur maximale du paramètre de rugosité de surface, aucune des valeurs mesurées du paramètre de rugosité sur l'ensemble de la surface à contrôler ne doit dépasser la valeur spécifiée sur les dessins ou autres documents techniques.

Si pour une surface les exigences de rugosité ne sont pas spécifiées, la rugosité de cette surface ne peut être contrôlée.

NOTES

1 Pour désigner la valeur maximale admissible du paramètre de rugosité de surface, le comité technique ISO/TC 57 a recommandé d'utiliser le symbole du paramètre avec l'indice «max» (par exemple, $R_{y\ max}$). Pour désigner les limites supérieure et inférieure de ce paramètre, il a recommandé d'utiliser le symbole du paramètre sans l'indice «max». Une décision finale à ce sujet sera prise par le comité technique ISO/TC 10, *Dessins techniques*.

2 Lorsque les valeurs du paramètre de rugosité de la surface à contrôler sont distribuées suivant une loi normale, la détermination de la limite supérieure comme une limite qui peut être dépassée par 16 % des valeurs mesurées du paramètre de rugosité de surface, est conforme à la limite déterminée par la valeur $\mu + \sigma$, où μ est la moyenne arithmétique du paramètres de rugosité de surface et σ l'écart-type de ces valeurs. Plus la valeur de σ est grande, plus la valeur moyenne du paramètre de rugosité de surface est éloignée de la limite spécifiée (limite supérieure), voir figure 1.

5 Longueur d'évaluation

Pour décider si une surface de pièce est conforme ou non à la spécification, une série de valeurs du paramètre de rugosité de surface doit être utilisée, chacune déterminée à partir d'un certain nombre de longueurs de base constituant une longueur d'évaluation.

En utilisant ces valeurs mesurées, la valeur moyenne du paramètre de rugosité de surface peut être déterminée conformément à l'ISO 4287/1.

La fiabilité de la décision suivant laquelle la surface à contrôler répond ou non à la spécification, et de la précision de la valeur moyenne obtenue pour le paramètre de rugosité de la même surface, dépend du nombre de longueurs de base, à l'intérieur de la longueur d'évaluation, sur lesquelles la valeur du paramètre de rugosité de surface est obtenue et aussi du nombre de

longueurs d'évaluation, c'est-à-dire du nombre de mesurages le long de la surface. La longueur d'évaluation minimale est égale à la longueur de base. La longueur d'évaluation comprenant cinq longueurs de base consécutives (longueurs d'onde de coupe) est prise comme la longueur normale.

Plus le nombre de mesures le long de la surface et de la longueur d'évaluation est grand, plus la fiabilité de la décision sur la conformité ou non de la surface à contrôler à la spécification est grande, et plus la précision sur la détermination de la valeur moyenne du paramètre de rugosité est élevée.

Cependant, l'augmentation du nombre de mesures entraîne une augmentation du temps des mesurages et du coût de ces mesurages. C'est pourquoi la procédure de contrôle doit nécessairement résulter d'un compromis entre la fiabilité et le coût. Une des procédures possibles de contrôle de la rugosité d'une pièce est donnée dans l'annexe.

6 Règles et procédures de contrôle avec des instruments à palpeur

6.1 Mesurages pour l'obtention des valeurs simples des paramètres de rugosité de surface

La longueur d'onde de coupe est choisie égale à la longueur de base spécifiée avec les exigences de rugosité de surface de la pièce à contrôler.

Dans la majorité des cas, il n'est pas nécessaire de spécifier les valeurs des longueurs de base sur les dessins ou autres documents techniques; dans ce cas, les valeurs données dans les tableaux 1, 2 ou 3 doivent être utilisées pour la mesure des paramètres R_a , R_y et R_z .

Cependant, pour les cas spéciaux qui nécessitent le choix de valeurs des longueurs de base autres que celles indiquées dans les tableaux, les longueurs de base et d'évaluation doivent être fixées.

Tableau 1 — Longueurs de base pour le mesurage de R_a de profils non périodiques (par exemple profils rectifiés)

R_a µm		Longueur de base l mm	Longueur d'évaluation l_n mm
au-delà de	jusqu'à (inclus)		
(0,006)	0,02	0,08	0,4
0,02	0,1	0,25	1,25
0,1	2,0	0,8	4,0
2,0	10,0	2,5	12,5
10,0	80,0	8,0	40,0

Tableau 2 — Longueurs de base pour le mesurage de R_z et R_y de profils non périodiques (par exemple profils rectifiés)

R_z, R_y µm		Longueur de base l mm	Longueur d'évaluation l_n mm
au-delà de	jusqu'à (inclus)		
(0,025)	0,10	0,08	0,4
0,10	0,50	0,25	1,25
0,50	10,0	0,8	4,0
10,0	50,0	2,5	12,5
50,0	200,0	8,0	40,0

Tableau 3 — Longueurs de base pour le mesurage de R_z et R_a de profils périodiques (par exemple profils tournés)

Valeurs en millimètres

S_m		Longueur de base l	Longueur d'évaluation l_n
au-delà de	jusqu'à (inclus)		
(0,01)	0,032	0,08	0,4
0,032	0,1	0,25	1,25
0,1	0,32	0,8	4,0
0,32	1	2,5	12,5
1	3,2	8,0	40,0

NOTE — Bien que le paramètre S_m du tableau 3 soit défini conformément à l'ISO 4287/1, pour l'utilisation pratique du tableau 3 il est nécessaire de déterminer ce paramètre soit à partir de la surface elle-même, soit graphiquement.

Pour des mesurages courants, un patin peut être utilisé, de rayon de courbure au moins égal à 50 fois la longueur de base (longueur d'onde de coupure).

Le rayon de courbure du patin pouvant provoquer des distorsions de la trace du profil à mesurer, il est préférable, dans le cas de mesurages où une grande précision est nécessaire, sur des pièces complexes et aussi lorsque la longueur de base est égale à 2,5 mm et plus, d'utiliser une référence indépendante.

Si la direction de mesurage n'est pas spécifiée, la pièce devrait être positionnée de sorte que la direction de la section corresponde aux valeurs maximales des paramètres de hauteur de rugosité de surface (R_a , R_z ou R_y). Cette direction sera normale à la direction des irrégularités de la surface à mesurer. Pour des surfaces isotropes la direction de la section peut être arbitraire.

Les mesurages devraient être effectués sur la partie de la surface, sur laquelle les valeurs critiques peuvent être escomptées. Ceci peut être déterminé par examen visuel. Des mesurages séparés devraient être également répartis sur cette partie de la surface pour obtenir des résultats indépendants.

6.2 Définition de la ligne moyenne

Lors d'utilisation de profilomètres à filtres électriques (voir ISO 3274) la ligne moyenne est définie par l'instrument lui-même.

Dans les systèmes de mesurage avec calculateurs, la ligne moyenne est déterminée en utilisant le programme adéquat (logiciel).

6.2.1 Tracé de la ligne moyenne sur un graphique

Lorsque les instruments ne donnent pas la ligne moyenne, elle peut être déterminée sur le graphique par une des méthodes simplifiées suivantes. Ces méthodes ne peuvent pas être utilisées dans les systèmes de mesurage avec calculateur digital.

Si le graphique est enregistré sans filtrage électrique, la ligne moyenne devrait être tracée dans les limites de la section de base $l_p = l \cdot V_h$ où V_h est l'amplification horizontale.

Si le graphique est enregistré avec filtrage électrique de longueur d'onde de coupure donnée, la ligne moyenne peut être tracée dans les limites de la section de la longueur d'évaluation l_{np} .

6.2.1.1 Méthode visuelle

À l'intérieur des limites de la longueur représentative (longueur de base du graphique ou longueur d'évaluation du graphique) la ligne moyenne est tracée à l'œil de façon à ce qu'elle soit parallèle à la direction générale du profil et à ce que les surfaces entre cette ligne et le profil au-dessus et au-dessous de la ligne moyenne soient égales.

Il n'est pas nécessaire de tracer la ligne moyenne pour évaluer le critère R_y . Dans ce cas, la ligne des pics et la ligne des creux devraient être tracées parallèlement à la direction générale du profil.

6.2.1.2 Méthode de la moyenne

Une ligne droite qui passe par les points a_1 et a_2 est tracée sur le graphique, à l'intérieur de la longueur représentative (section de base ou section d'évaluation), voir figure 2. Les coordonnées des points a_1 et a_2 sont déterminées par les formules :

$$h_{a1} = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^{N/2} h_{pi}; \quad x_{a1} = \frac{1}{4} N \cdot \Delta x \cdot V_h$$

$$h_{a2} = \frac{2}{N} \sum_{i=\frac{N}{2}+1}^N h_{pi}; \quad x_{a2} = \frac{3}{4} N \cdot \Delta x \cdot V_h$$

où

N est le nombre de points du graphique distants de Δx (intervalle de base);

l_p est la section de base sur le graphique;

$$l_p = l \cdot V_h$$

l_{np} est la section de la longueur d'évaluation sur le graphique;

$$l_{np} = l_n \cdot V_h$$

l est la longueur de base;

l_n est la longueur d'évaluation;

V_h est l'amplification horizontale du graphique;

$$N = \frac{l_p}{\Delta x \cdot V_h} \text{ pour un graphique enregistré sans filtrage;}$$

$$N = \frac{l_{np}}{\Delta x \cdot V_h} \text{ pour un graphique enregistré avec filtrage;}$$

h_{pi} sont les ordonnées du graphique dans le système de coordonnées.

6.2.2 Ligne moyenne pour les systèmes de mesurage avec calculateurs

Les programmes (logiciels) utilisent la formule suivante pour déterminer la ligne moyenne :

$$m = a + \operatorname{tg} \alpha (x - \bar{x})$$

où \bar{x} est un point situé au milieu de la longueur de base, l .

L'angle α peut être déterminé par la formule suivante :

$$\operatorname{tg} 2 \alpha = 2 \frac{\Delta x \left[\sum_{i=1}^N i h_i - a \frac{N(N+1)}{2} \right]}{(\Delta x)^2 \frac{N(N^2-1)}{12} - \sum_{i=1}^N h_i^2 + a^2 N}$$

Le coefficient a peut être déterminé par la formule :

$$a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N h_i$$

où

h_i sont les ordonnées des points du profil, la distance entre ces points est égale à l'intervalle de base Δx ;

N est le nombre de points sur la section choisie;

i est le numéro d'ordonnée;

Δx est l'intervalle de base.

6.3 Évaluation de l'écart-type de la valeur moyenne du paramètre de rugosité de surface

L'écart-type devrait être déterminé, si nécessaire, suivant les méthodes statistiques données dans l'ISO 2602.

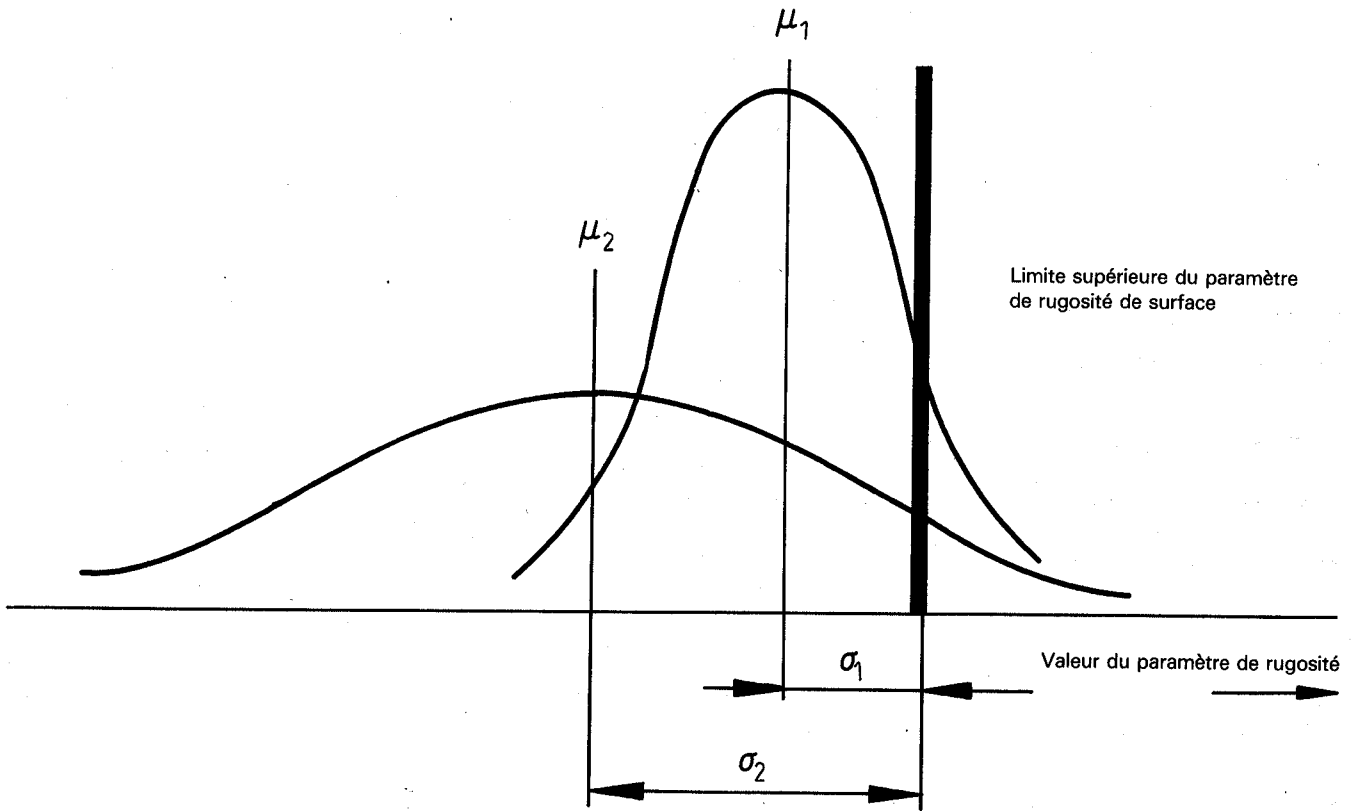


Figure 1

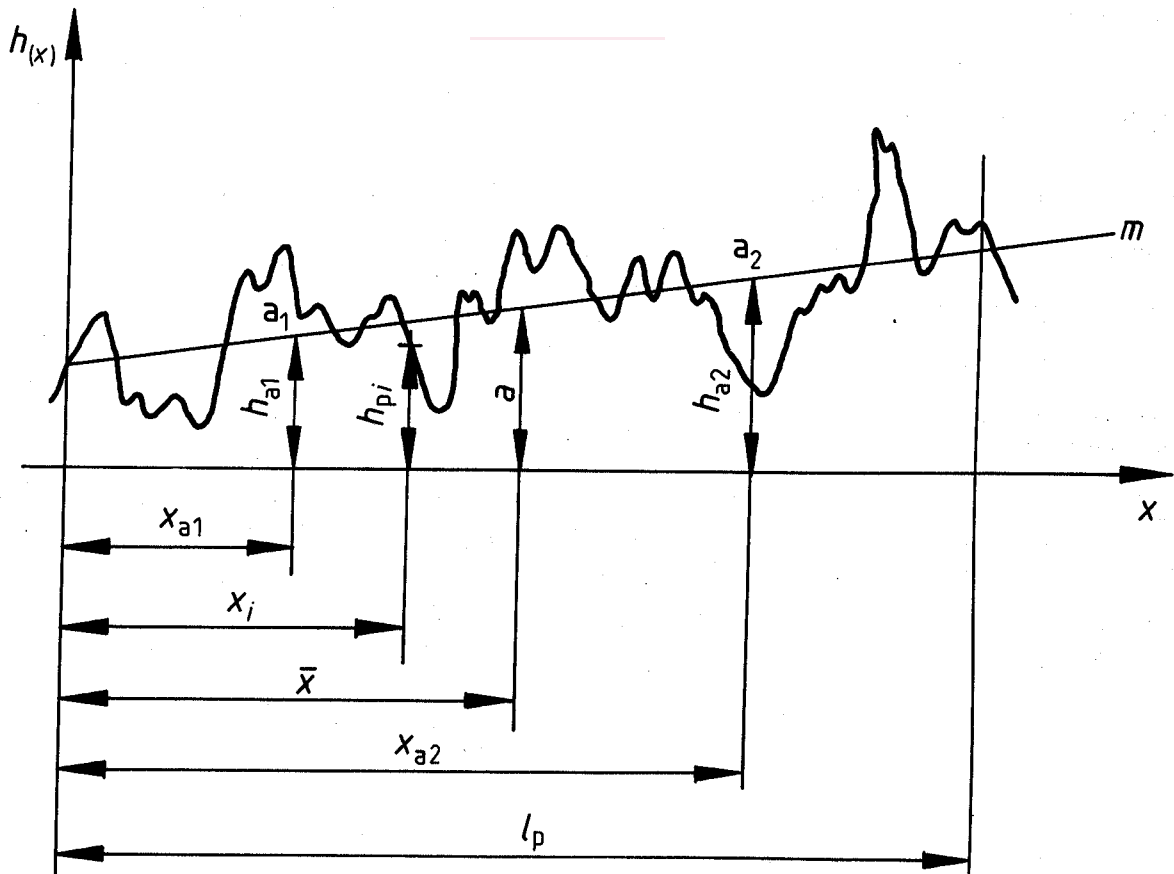


Figure 2