

~~ISO/TC 60/SC 2~~

~~ISO/TS 6336-20:2022(F)~~

~~ISO/TC 60/SC 2~~

~~Date: 2022-04-05 2022-05~~

~~ISO/TS 6336-20:2022(F)~~

~~ISO/TC 60/SC 2/GT 6~~

~~ISO/TC 60/SC 2/GT 6~~

~~Secrétariat: DIN/DIN~~

~~Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite et hélicoïdale — Calcul de la capacité de charge au grippage — Partie 20: Méthode de la température-éclair~~

~~Calculation of load capacity of spur and helical gears — Calculation of scuffing load capacity — Part 20: Flash temperature method~~

(standards.iteh.ai)

ISO/TS 6336-20:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/66d49d2c-bd79-409f-899f-365e5554e462/iso-ts-6336-20-2022>

Type du document:
Sous-type du document:
Stade du document:
Langue du document:

D:\tmp\prod_iso_macroserver\DOCX2PDFRGB\DOCX2PDFRGB.guier@W13179_131\C084148f_trackchanges.docx



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

Droits de reproduction

Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite et hélicoïdale — Partie 20: Calcul de la capacité de charge au grippage — Méthode de la température-éclair

Calculation of load capacity of spur and helical gears — Part 20: Calculation of scuffing load capacity — Flash temperature method

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TS 6336-20:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/66d49d2c-bd79-409f-899f-365e5554e462/iso-ts-6336-20-2022>

Type du document:
Sous-type du document:
Stade du document:
Langue du document:

D:\tmp\prod_iso_macroserver\DOCX2PDFRGB\DOCX2PDFRGB.guier@W13179_131\C084148f_trackchanges.docx

ISO 2022

~~Tous droits réservés. Sauf indication contraire prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage ou la diffusion sur l'internet, internet ou sur un Intranet, intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées demandée à l'ISO, ISO à l'adresse, l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO, ISO dans le pays du demandeur.~~

ISO copyright office

Ch. de Blandonnet 8 ♦ CP 401

CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland

Tel. + 41 22 749 01 11

Fax + 41 22 749 09 47

copyright@iso.org

www.iso.org

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

www.iso.org

ISO/TS 6336-20:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/66d49d2c-bd79-409f-899f-365e5554e462/iso-ts-6336-20-2022>

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction	vii
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
3.1 Termes et définitions	1
3.2 Symboles et unités	2
4 Grippage et usure	6
4.1 Apparition du grippage et de l'usure	6
4.2 Diagramme de transition	6
4.3 Frottement à l'amorçage du grippage	8
5 Formules de base	9
5.1 Température de contact	9
5.2 Formule de la température-éclair	10
5.3 Charge unitaire apparente	11
5.4 Répartition des températures de masse globales	12
5.5 Approximation grossière de la température de masse	13
6 Coefficient de frottement	13
6.1 Généralités	13
6.2 Coefficient de frottement moyen, méthode A	14
6.3 Coefficient de frottement moyen, méthode B	14
6.4 Coefficient de frottement moyen, méthode C	14
7 Paramètre sur la ligne d'action	15
8 Facteur d'approche	17
9 Facteur de répartition de charge, X_{Γ}	17
9.1 Généralités	17
9.2 Engrenages à denture droite à profils non corrigés	18
9.3 Engrenages à denture droite à profils corrigés	19
9.4 Facteur de contrefort, $X_{\text{but},\Gamma}$	20
9.5 Engrenages à denture hélicoïdale avec $\varepsilon_{\beta} \leq 0,8$ à profils non corrigés	21
9.6 Engrenages à denture hélicoïdale avec $\varepsilon_{\beta} \leq 0,8$ à profils corrigés	22
9.7 Engrenages à denture hélicoïdale avec $\varepsilon_{\beta} \geq 1,2$ à profils non corrigés	23
9.8 Engrenages à denture hélicoïdale avec $\varepsilon_{\beta} \geq 1,2$ à profils corrigés	23
9.9 Engrenages à denture hélicoïdale avec $0,8 < \varepsilon_{\beta} < 1,2$	25
10 Température de grippage et sécurité	25
10.1 Température de grippage	25
10.2 Facteur de structure	26
10.3 Durée de contact	26
10.4 Température de grippage dans les essais d'engrenage	27
10.5 Domaine de sécurité	28

Annexe A (informative) Présentation de la formule de la température-éclair	29
Annexe B (informative) Correction de profil optimale	34
Bibliographie	36

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TS 6336-20:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/66d49d2c-bd79-409f-899f-365e5554e462/iso-ts-6336-20-2022>

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 en général 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. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 60, *Engrenages*, sous-comité SC 2, *Calcul de la capacité des engrenages*.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition (ISO/TS 6336-20:2017) qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- le contenu relatif aux engrenages coniques a été supprimé après la publication de l'ISO/TS 10300-20:2021 qui couvre précisément les engrenages coniques;
- l'unité du facteur thermoélastique, X_M , a été corrigée dans les paragraphes 5.2 et A.4;
- la Formule (30) pour le calcul du paramètre sur la ligne de conduite au point D, Γ_D , a été révisée;
- la Formule (A.10) pour calculer le module d'élasticité réduit, E_r , a été corrigée;

— les Formules (A.11) et (A.12) pour calculer le coefficient de contact thermique du pignon B_{M1} et B_{M2} , ont été corrigées;

— la Bibliographie a été mise à jour.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 6336 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO/TS 6336-20:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/66d49d2c-bd79-409f-899f-365e5554e462/iso-ts-6336-20-2022>

Introduction

La série ISO 6336 se compose de Normes internationales, de Spécifications techniques (TS) et de Rapports techniques (TR) sous le titre général *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite et hélicoïdale* (voir Tableau 1).

- Les Normes internationales contiennent des méthodes de calcul basées sur des pratiques largement admises qui ont été validées.
- Les Spécifications techniques (TS) contiennent des méthodes de calcul qui font toujours l'objet de développements.
- Les Rapports techniques (TR) contiennent des données à caractère informatif, telles que des exemples de calcul.

Les procédures spécifiées dans les ISO 6336-1 à ISO 6336-19 couvrent les analyses de fatigue pour la classification des engrenages. Les procédures décrites dans les ISO 6336-20 à ISO 6336-29 sont principalement liées au comportement tribologique du contact sur la surface d'un flanc lubrifié. Les ISO 6336-30 à ISO 6336-39 incluent des exemples de calcul. La série ISO 6336 permet l'ajout de nouvelles parties en nombre suffisant pour refléter les connaissances qui pourront être acquises à l'avenir.

Toute demande de calculs selon l'ISO 6336 sans référence à des parties spécifiques nécessite d'utiliser uniquement les parties désignées comme Normes internationales (voir la liste du Tableau 1). Si des Spécifications techniques (TS) sont requises comme faisant partie du calcul de la capacité de charge, elles doivent être spécifiées. L'utilisation d'une spécification technique en tant que critère d'acceptation pour une conception spécifique est soumise à un accord commercial.

[ISO/TS 6336-20:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/66d49d2c-bd79-409f-899f-365e5554e462/iso-ts-6336-20-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/66d49d2c-bd79-409f-899f-365e5554e462/iso-ts-6336-20-2022>

Tableau 1 — Parties de l'ISO 6336 (état à la date de publication)

Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite et hélicoïdale	Norme internationale	Spécification technique	Rapport technique
Partie 1: Principes de base, introduction et facteurs généraux d'influence	X		
Partie 2: Calcul de la résistance à la pression de contact (piqûre)	X		
Partie 3: Calcul de la résistance à la flexion en pied de dent	X		
Partie 4: Calcul de la capacité de charge de la rupture en flanc de dent		X	
Partie 5: Résistance et qualité des matériaux	X		
Partie 6: Calcul de la durée de vie en service sous charge variable	X		
Partie 20: Calcul de la capacité de charge au grippage (applicable également aux engrenages conique et hypoïde) — Méthode de la température-éclair (remplace: ISO/TR 13989-1)		X	
Partie 21: Calcul de la capacité de charge au grippage (applicable également aux engrenages conique et hypoïde) — Méthode de la température intégrale (remplace: ISO/TR 13989-2)		X	
Partie 22: Calcul de la capacité de charge aux micropiqûres (remplace l'ISO/TR 15144-1)		X	
Partie 30: Exemples de calculs selon les normes ISO 6336-1, 2, 3, 5			X
Partie 31: Exemples de calcul de la capacité de charge aux micropiqûres (remplace l'ISO/TR 15144-2)			X

Depuis 1990, la méthode de la température-éclair a été enrichie par des recherches sur les temps de contact de courte durée, sur la prise en compte des diagrammes de transition, sur de nouvelles approximations sur le coefficient de frottement et sur un renouvellement complet des facteurs de répartition de charge.

La méthode de la température intégrale, présentée dans l'ISO/TS 6336-21, moyenne la température-éclair et ajoute des facteurs d'influence empiriques au facteur de répartition de charge. Les valeurs résultantes arrondissent la température maximale de contact, donnant alors à peu de chose près la même évaluation du risque de grippage que la méthode de la température-éclair du présent document. La méthode de la température intégrale est moins sensible dans les cas présentant des pics de température localisés, habituellement dans les ensembles d'engrenages qui ont des faibles rapports de conduite ou qui présentent des contacts au voisinage du cercle de base ou des géométries sensibles.

Le risque de détérioration par grippage varie selon les propriétés des matériaux des dentures, le lubrifiant utilisé, la rugosité de surface des flancs de denture, les vitesses de glissement et la charge. Par opposition au développement relativement long de la détérioration par fatigue, une surcharge instantanée unique peut initier la détérioration par grippage avec une telle sévérité que l'engrenage ne pourra être utilisé plus longtemps. D'après Blok-^{[18][9][10][11][12][13][14][15][16][17]}, des températures de contact élevées du lubrifiant et des surfaces de denture au point de contact instantané peuvent entraîner une rupture du film de lubrifiant à l'interface du contact.

La température de contact à l'interface résulte de la somme de deux composantes.

- La température de masse de l'interface en mouvement, qui, si elle varie, le fait comparativement lentement. La température de masse, θ_M , est la température d'équilibre de la surface des dents d'engrenage, avant qu'elles n'entrent dans la zone de contact. Pour évaluer cette composante, elle peut être moyennée à partir des deux températures de masse des deux dentures frottantes. Ces deux dernières températures de masse se déduisent de la théorie des réseaux thermiques^{[48][7]}.
- La fluctuation rapide de la température-éclair des surfaces en contact en mouvement. La température-éclair est l'augmentation calculée de la température à la surface d'une dent d'engrenage à un point donné de la ligne de conduite, résultant des effets combinés de la géométrie, de la charge, des frottements, de la vitesse et des propriétés du matériau de la dent d'engrenage durant le fonctionnement. Le coefficient de frottement influence considérablement le résultat et il est recommandé de prêter une attention particulière à son calcul. La pratique habituelle est d'utiliser un coefficient de frottement valide pour des conditions de fonctionnement normales, bien qu'il soit établi qu'au commencement du grippage le coefficient de frottement atteint des valeurs plus élevées.

Les relations complexes entre les phénomènes mécaniques, hydrodynamiques, thermodynamiques et chimiques furent l'objet d'importantes recherches et expérimentations, qui peuvent induire différents facteurs d'influence empiriques. Une suppléance directe des facteurs d'influence empiriques peut renforcer les paramètres fonctionnels associés dans la formule de base et les fixer à des valeurs moyennes. Cependant, un traitement correct des paramètres fonctionnels (c'est-à-dire coefficient de frottement, facteur de répartition de charge, coefficient thermique de contact) garde la formule principale intacte, ce qui est confirmé avec l'expérimentation et la pratique.

À côté de la température maximale de contact, l'évolution de la température de contact le long de la ligne d'action fournit l'information nécessaire pour la conception de l'engrenage.

~~Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite et hélicoïdale — Calcul de la capacité de charge au grippage — Partie 20: Méthode de la température-éclair~~

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TS 6336-20:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/66d49d2c-bd79-409f-899f-365e5554e462/iso-ts-6336-20-2022>

Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite et hélicoïdale — Partie 20: Calcul de la capacité de charge au grippage — Méthode de la température-éclair

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les méthodes et les formules pour l'évaluation des risques de grippage, en se basant sur le concept de la température de contact de Blok.

Le concept fondamental selon Blok est applicable à tous les éléments de machine ayant des zones de contact mobiles. Les formules de température-éclair sont valables pour une zone de contact hertzien en forme de bande ou quasiment en forme de bande et pour des conditions de fonctionnement caractérisées par des nombres de Pécllet suffisamment élevés.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 1122-1, *Vocabulaire des engrenages — Partie 1: Définitions géométriques*

ISO 1328-1, *Engrenages cylindriques — Système ISO de classification des tolérances sur flancs — Partie 1: Définitions, Définitions et valeurs admissibles des écarts pour les flancs de la denture*

ISO-6336-1, *Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques à dentures droite et hélicoïdale — Partie 1: Principes de base, introduction et facteurs généraux d'influence*

ISO 10825, *Engrenages — Usure et défauts des dentures — Terminologie*

3 Termes et définitions

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 1122-1 et l'ISO 10825 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.2 Symboles et unités

Les symboles utilisés dans les formules sont répertoriés dans le Tableau 2. Les unités de longueur choisies sont le mètre, le millimètre et le micromètre conformément à la pratique courante. Pour obtenir un système cohérent, les unités pour B_M , c_γ et X_M sont adaptées à l'application combinée de mètre et millimètre ou de millimètre et micromètre.

NOTE Le terme *roue* est utilisé pour désigner la roue conjuguée d'un pignon.

Tableau 2 — Symboles et unités

Symbole	Description	Unité
A	classe de tolérance conformément à l'ISO 1328-1	—
a	entraxe	mm
B_M	coefficient de contact thermique	$\text{N}/(\text{mm}^{1/2}\cdot\text{m}^{1/2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K})$
B_{M1}	coefficient de contact thermique du pignon	$\text{N}/(\text{mm}^{1/2}\cdot\text{m}^{1/2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K})$
B_{M2}	coefficient de contact thermique de la roue	$\text{N}/(\text{mm}^{1/2}\cdot\text{m}^{1/2}\cdot\text{s}^{1/2}\cdot\text{K})$
b	largeur de denture, plus petite valeur du pignon ou de la roue	mm
b_H	demi-largeur de la bande de contact hertzien	mm
C_{a1}	dépouille de tête du pignon	μm
C_{a2}	dépouille de tête de la roue	μm
C_{eff}	dépouille de tête optimale	μm
C_{eq1}	dépouille de tête équivalente du pignon	μm
C_{eq2}	dépouille de tête équivalente de la roue	μm
C_{f1}	dépouille de pied du pignon	μm
C_{f2}	dépouille de pied de la roue	μm
c_{M1}	chaleur spécifique par unité de masse du pignon	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
c_{M2}	chaleur spécifique par unité de masse de la roue	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
c_γ	raideur d'engrènement	$\text{N}/(\text{mm}\cdot\mu\text{m})$
d_{a1}	diamètre de tête du pignon	mm
d_{a2}	diamètre de tête de la roue	mm
d_1	diamètre de référence du pignon	mm
d_2	diamètre de référence de la roue	mm
E_1	module d'élasticité du pignon	N/mm^2
E_2	module d'élasticité de la roue	N/mm^2
E_r	module d'élasticité réduit	N/mm^2
F_{ex}	force axiale externe	N

F_n	charge réelle de l'essai d'usure	N
F_t	force tangentielle nominale	N
H_1	dimension auxiliaire	mm
H_2	dimension auxiliaire	mm
K_A	facteur d'application	—
$K_{B\alpha}$	facteur de distribution transversale de la charge (grippage)	—
$K_{B\beta}$	facteur de distribution longitudinale de la charge (grippage)	—
$K_{H\alpha}$	facteur de distribution transversale de la charge (pression de contact)	—
$K_{H\beta}$	facteur de distribution longitudinale de la charge (pression de contact)	—
K_{mp}	facteur d'engrènement multiple	—
K_V	facteur dynamique	—
m_n	module normal	mm
n_p	nombre de contacts d'engrènement	—
n_1	vitesse de rotation par minute du pignon	r/min^{-1}
$P\acute{e}_1$	nombre de Péclet du matériau du pignon	—
$P\acute{e}_2$	nombre de Péclet du matériau de la roue	—
R_{a1}	rugosité de surface du flanc de dent du pignon	μm
R_{a2}	rugosité de surface du flanc de dent de la roue	μm
S_B	coefficient de sécurité relatif au grippage	—
S_{FZG}	niveau de charge (en essai FZG)	—
t_c	durée de contact au coude de la courbe	μs
t_{max}	durée de contact la plus longue	μs
t_1	durée de contact sur le pignon	μs
t_2	durée de contact sur la roue	μs
u	rapport d'engrenage	—
u_V	rapport équivalent	—
v_g	vitesse de glissement	m/s
v_{g1}	vitesse tangentielle du pignon	m/s
v_{g2}	vitesse tangentielle de la roue	m/s
$v_{g\sum C}$	somme des vitesses tangentielles au point primitif	m/s
v_t	vitesse tangentielle au primitif de fonctionnement	m/s
w_{Bn}	charge unitaire normale	N/mm
w_{Bt}	charge unitaire apparente	N/mm
$X_{\text{but},\Gamma}$	facteur de contrefort	—