



PROJET FINAL

Norme internationale

ISO/FDIS 21771-2

Roues dentées et engrenages cylindriques en développante de cercle —

Partie 2: Calcul et mesurage de l'épaisseur de dent et du jeu de battement

Cylindrical involute gears and gear pairs —

Part 2: Calculation and measurement of tooth thickness and backlash

ISO/TC 60

Secrétariat: **ANSI**

Début de vote:
2025-05-21

Vote clos le:
2025-07-16

<https://standards.itech.ai/catalog/standards/iso/861da4f1-daa6-49da-9846-3274d5f3869e/iso-fdis-21771-2>

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COM-MERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

ISO/FDIS 21771-2

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/861da4f1-daa6-49da-9846-3274d5f3869e/iso-fdis-21771-2>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2025

Tous droits réservés. Sauf 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	vii
Introduction	viii
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes, définitions et symboles	1
3.1 Termes et définitions	2
3.2 Symboles et définitions	6
3.3 Unités et conventions	15
3.3.1 Unités	15
3.3.2 Conventions	15
4 Application	16
4.1 Généralités	16
4.2 Surfaces de référence et axe de référence	16
4.3 Systèmes de spécification de l'épaisseur de dent de la roue	17
4.3.1 Types de systèmes de spécification de l'épaisseur de dent	17
4.3.2 Épaisseur des dent non liée à l'axe de référence	17
4.3.3 Épaisseur de dent liée à l'axe de référence	17
4.3.4 Relation entre les méthodes de mesure et les systèmes de spécification	18
4.3.5 Épaisseur moyenne de dent	18
4.4 Méthodes de mesure de l'épaisseur de dent de roue	18
4.5 Rapport sur l'épaisseur de dent de la roue dentée	20
4.6 Diamètre de mesurage contre diamètre au point de contact	20
4.7 Calculs de géométrie de roue dentée	20
4.7.1 Utilisation des radians ou des degrés	20
4.7.2 Diamètre de référence	20
4.7.3 Angle de pression apparent	21
4.7.4 Angle d'inclinaison	21
4.7.5 Épaisseur normale de dent déterminée à partir du coefficient de déport de fabrication	21
4.7.6 Diamètre de base	22
4.7.7 Angle d'hélice de base	22
4.7.8 Pas normal au diamètre de référence	22
4.7.9 Pas normal au diamètre de calcul d_y	22
4.7.10 Pas de base normal	22
4.7.11 Pas hélicoïdal d'une roue à denture hélicoïdale	23
4.7.12 Pas axial	23
4.7.13 La fonction involute	23
4.7.14 Angle d'hélice au diamètre de calcul d_y	23
4.7.15 Angle de pression apparent au diamètre de calcul d_y	23
4.7.16 Calculs de l'épaisseur de dent	23
4.7.17 Calculs de l'intervalle	26
5 Mesurage par le pas (division)	27
5.1 Principe de mesure	27
5.2 Hypothèses et limites sous-jacentes	27
5.3 Avantages et inconvénients du mesurage par le pas	28
5.4 Choix du diamètre de mesurage	28
6 Mesurage avec une roue dentée étalon sur un appareil de mesure de composées radiales	28
6.1 Principe du mesurage	28
6.1.1 Principaux principes	28
6.1.2 Entraxe sans jeu	32
6.1.3 «Test radius» de roue dentée mesurée	33
6.1.4 Écart total composé radial	33
6.2 Hypothèses et limitations sous-jacentes	33

6.3	Avantages et inconvénients du mesurage des écarts composés radiaux sur deux flancs.....	34
6.4	Considérations de conception d'une roue dentée étalon	35
6.4.1	Critères pour un engrènement correct.....	35
6.4.2	Recommandations supplémentaires.....	35
6.5	Angle des axes pour un mesurage des écarts composés radiaux sur 2 flancs	36
6.5.1	Généralités.....	36
6.5.2	Angle des axes pour les engrenages à axes parallèles.....	37
6.5.3	Angle des axes pour les engrenages gauches.....	37
6.6	Calcul des limites d'entraxe sans jeu pour les engrenages gauches.....	39
6.6.1	Calculs préliminaires	39
6.6.2	Limites d'entraxe sans jeu pour les engrenages gauches.....	39
6.7	Limites d'entraxe sans jeu pour les engrenages à axes parallèles	41
6.7.1	Généralités.....	41
6.7.2	Pour le système non lié à l'axe de référence.....	41
6.7.3	Pour le système lié à l'axe de référence.....	41
6.7.4	Différences entre les systèmes lié à l'axe de référence et non lié à l'axe de référence.....	41
6.8	Limites du «test radius» de la roue dentée mesurée déterminées à partir des limites d'entraxe sans jeu.....	42
6.8.1	Généralités.....	42
6.8.2	«Test radius» de la roue dentée étalon.....	42
6.8.3	Limites du «test radius» de la roue dentée mesurée	43
6.9	Épaisseur normale de dent liée à l'axe de référence déterminée à partir des résultats d'un mesurage des écarts composés radiaux sur 2 flancs.....	43
6.9.1	Généralités.....	43
6.9.2	Épaisseur de dent liée à l'axe de référence pour des engrenages gauches déterminée à partir de résultats d'un mesurage.....	43
6.9.3	Épaisseur de dent liée à l'axe de référence pour des engrenages à axes parallèles.....	44
7	Mesurage avec une roue dentée étalon sur un appareil de mesure de composées tangentiels.....	44
7.1	Principe de mesure.....	44
7.2	Hypothèses et limitations sous-jacentes.....	44
7.3	Avantages et inconvénients du mesurage des écarts composés tangentiels.....	45
7.4	Considérations de conception d'une roue dentée étalon	45
7.5	Épaisseur des dents liée à l'axe de référence déterminée à partir des résultats d'un mesurage par contact mono-flanc	45
8	Mesurage de l'écartement sur k-dents	45
8.1	Principe de mesure.....	45
8.2	Hypothèses et limitations sous-jacentes.....	48
8.3	Avantages et inconvénients du mesurage de l'écartement sur k-dents.....	48
8.4	Limites de l'écartement sur k-dents.....	48
8.5	Nombre de dents pour l'écartement.....	49
8.5.1	Limitations	49
8.5.2	Nombre de dents maximal et minimal pour l'écartement.....	49
8.6	Angle de basculement.....	51
8.7	Épaisseur de dent déterminée à partir d'une mesure de l'écartement sur k-dents.....	53
8.8	Diamètre de mesurage	53
9	Mesurage de l'écartement au moyen d'un dispositif à 3 billes	53
9.1	Principe de mesure.....	53
9.2	Hypothèses et limitations sous-jacentes.....	54
9.3	Avantages et inconvénients du mesurage de l'écartement au moyen d'un dispositif à trois billes	55
9.4	Nombre de dents pour l'écartement.....	55
9.5	Choix du diamètre de bille	56
9.6	Calculs avec un diamètre de bille spécifié	56
9.7	Épaisseur normale de dent déterminée à partir d'une mesure de l'écartement au moyen d'un dispositif à 3 billes.....	58

10	Mesurage de cotes sur ou entre billes ou piges	58
10.1	Principe de mesure	58
10.2	Hypothèses et limitations sous-jacentes	61
10.3	Avantages et inconvénients du mesurage de cote sur billes ou sur piges	62
10.4	Choix du diamètre de bille ou de pige	62
10.4.1	Généralités	62
10.4.2	Demi-angles apparent de l'intervalle au cercle de base	63
10.4.3	Diamètre maximal de bille ou de pige	63
10.4.4	Diamètre de bille ou de pige pour un contact au diamètre limite de pied	64
10.4.5	Diamètre de bille ou de pige tangent au diamètre de tête	64
10.4.6	Diamètre de bille ou de pige tangent au diamètre de pied	64
10.4.7	Diamètre de bille minimal utilisable	65
10.4.8	Choix du diamètre de bille ou de pige à spécifier	65
10.4.9	Calcul pour les crémaillères	66
10.5	Calculs avec un diamètre de bille ou de pige spécifié (angles de pression symétriques)	68
10.6	Roues ayant des angles de pression asymétriques	69
10.6.1	Généralités	69
10.6.2	Calculs avec un diamètre de bille ou de pige spécifié	70
10.7	Cote sur 1 bille ou 1 pige	71
10.7.1	Généralités	71
10.7.2	Limites de mesure de base pour une cote sur 1 bille ou 1 pige	71
10.7.3	Épaisseur de dent normale liée à l'axe de référence déterminée à partir d'une mesure sur 1 bille ou 1 pige	72
10.7.4	Diamètre au point de contact déterminé à partir de la cote sur 1 bille ou 1 pige	72
10.8	Cote sur 2 billes ou 2 piges	72
10.8.1	Généralités	72
10.8.2	Limites de mesure de base pour une cote sur 2 billes ou 2 piges	73
10.8.3	Épaisseur de dent normale déterminée à partir d'une mesure sur 2 billes ou 2 piges	74
10.8.4	Diamètre au point de contact déterminé à partir de la cote sur 2 billes ou 2 piges	74
10.9	Mesurage au plan apparent sur 2 piges sur une roue à denture hélicoïdale ayant un nombre de dents impair	75
10.9.1	Généralités	75
10.9.2	Mesurage au plan apparent avec 2 piges flottantes libres	75
10.9.3	Mesurage avec 2 piges libres en rotation autour de l'axe de micromètre	76
10.9.4	Limites de mesure de base pour la méthode au plan apparent avec 2 piges	78
10.9.5	Épaisseur de dent normale déterminée à partir d'une méthode de mesure au plan apparent avec 2 piges	78
10.10	Cote sur piges libres sur 2 piges sur une roue à denture hélicoïdale ayant un nombre de dents impair	78
10.10.1	Généralités	78
10.10.2	Limites de mesure de base pour la cote sur piges libres	79
10.10.3	Épaisseur de dent normale non liée à l'axe de référence déterminée à partir d'une mesure obtenue par la cote sur piges libres	80
10.11	Méthode de mesure au plan apparent sur 3 billes ou 3 piges	80
10.11.1	Généralités	80
10.11.2	Facteurs pour des roues dentées ayant des nombres de dents pairs ou impairs	82
10.11.3	Limites de mesure utilisant la méthode au plan apparent pour 3 billes ou 3 piges	82
10.11.4	Épaisseur de dent normale déterminée à partir d'une mesure obtenue par une méthode au plan apparent	82
10.11.5	Diamètre au point de contact déterminé à partir de la méthode au plan apparent	83
10.12	Méthode au plan axial sur 3 piges	83
10.12.1	Généralités	83
10.12.2	Cotes limites utilisant la méthode des 3 piges au plan axial	84
10.12.3	Épaisseur de dent normale déterminée à partir d'une mesure obtenue par la méthode au plan axial	84
10.12.4	Diamètre au point de contact déterminé à partir de la cote sur 3 piges au plan axial	84

11	Mesurage avec des enclumes trapézoïdales	85
11.1	Principe de mesure	85
11.2	Hypothèses et limitations sous-jacentes	85
11.3	Avantages et inconvénients de l'utilisation d'enclumes	86
11.4	Ensembles d'enclumes trapézoïdales	86
11.5	Limites de mesure pour des enclumes trapézoïdales	87
11.6	Épaisseur de dent déterminée à partir de mesures avec des enclumes	88
12	Mesurage à la corde	88
12.1	Généralités	88
12.2	Mesurages avec un pied module (dans le plan normal)	89
12.2.1	Principe de mesure	89
12.2.2	Hypothèses et limitations sous-jacentes	90
12.2.3	Avantages et inconvénients d'un mesurage à la corde	90
12.2.4	Méthode de calcul	91
12.2.5	Calculs préliminaires pour des mesurages à la corde	91
12.2.6	Saillie à la corde	92
12.2.7	Diamètre au point de contact minimal	92
12.2.8	Épaisseur normale de dent minimale au diamètre $d_{y \min}$	92
12.2.9	Limites de mesure d'épaisseur de dent à la corde normale	93
12.2.10	Ajustement de la saillie à la corde au moment du mesurage	93
12.2.11	Épaisseur de dent normale déterminée à partir d'une mesure à la corde	94
12.3	Mesurage à la corde avec un dispositif optique (dans le plan apparent)	94
12.3.1	Principe de mesure	94
12.3.2	Hypothèses et limitations sous-jacentes	94
12.3.3	Avantages et inconvénients du mesurage à la corde avec un dispositif optique	95
12.3.4	Méthode de calcul	95
12.3.5	Angle de pression apparent au diamètre au point de contact souhaité	95
12.3.6	Épaisseur de dent apparente maximale	95
12.3.7	Rayon à la corde	95
12.3.8	Diamètre au point de contact minimal	96
12.3.9	Épaisseur de dent apparente minimale au diamètre, $d_{yt \min}$	96
12.3.10	Limites de mesure d'épaisseur de dent à la corde apparente	96
12.3.11	Conversion d'un rayon à la corde en saillie à la corde	96
12.3.12	Épaisseur de dent normale déterminée à partir d'une mesure à la corde	97
12.4	Mesurage à la corde avec une machine à mesurer tridimensionnelle	97
13	Jeu de battement dans les engrenages à axes parallèles et les engrenages gauches	98
13.1	Généralités	98
13.2	Facteurs qui influencent le jeu de battement	99
13.3	Jeu de battement pour les engrenages à axes parallèles dans le système liée à l'axe de référence	100
13.4	Jeu de battement pour les engrenages à axes parallèles dans le système non lié à l'axe de référence	102
13.5	Jeu de battement dans les engrenages gauches	104
13.6	Autres influences potentielles sur le jeu de battement	105
13.7	Moyens d'exprimer un jeu de battement	106
13.7.1	Jeu de battement circulaire	106
13.7.2	Jeu de battement apparent	107
13.7.3	Jeu de battement normal	107
13.7.4	Jeu de battement axial	107
13.7.5	Jeu de battement radial	108
13.7.6	Jeu de battement angulaire	108
13.8	Variations de jeu de battement	108
Annexe A (informative)	Mesurage de l'épaisseur de dent au moyen de machines 3D	109
Annexe B (informative)	Établissement de spécifications d'épaisseur de dent dans le système non lié à l'axe de référence	111

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).

L'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

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 www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 60, *Engrenages*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 21771 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.