
Norme internationale



6178

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

Centrifugeuses — Règles de construction et de sécurité — Méthode pour le calcul des contraintes tangentielles des viroles de rotors cylindriques

Centrifuges — Construction and safety rules — Method for the calculation of the tangential stress in the shell of a cylindrical centrifuge rotor

Première édition — 1983-11-01 (standards.iteh.ai)

ISO 6178:1983

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/44cc335d-b6fa-4601-98d3-427094b0135c/iso-6178-1983>

CDU 677.057.123 : 614.8

Réf. n° : ISO 6178-1983 (F)

Descripteurs : centrifugeuse, construction, spécification, vérification, règle de sécurité.

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 correspondant. 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.

La Norme internationale ISO 6178 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 72, *Matériel pour l'industrie textile et matériel connexe*, et a été soumise aux comités membres en avril 1982.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée : [ISO 6178:1983](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/44cc335d-b6fa-4601-98d3-427094b0135c/iso-6178-1983)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/44cc335d-b6fa-4601-98d3-427094b0135c/iso-6178-1983>

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Suisse
Australie	Inde	Tchécoslovaquie
Belgique	Indonésie	Turquie
Égypte, Rép. arabe d'	Japon	URSS
Espagne	Roumanie	

Les comités membres des pays suivants l'ont désapprouvée pour des raisons techniques :

Allemagne, R. F.
Italie
Royaume-Uni

Centrifugeuses — Règles de construction et de sécurité — Méthode pour le calcul des contraintes tangentielles des viroles de rotors cylindriques

0 Introduction

La présente Norme internationale a été établie par l'ISO/TC 72 pour répondre aux besoins de la majorité de ses membres. Il est entendu que le contenu de la présente Norme internationale peut couvrir d'autres domaines que celui des matériels textiles, et que le Secrétariat Central de l'ISO, responsable de la coordination des travaux techniques, et l'ISO/TC 72 veilleront à ce que la présente Norme internationale soit revue si nécessaire à la lumière de futures publications de l'ISO et retirée le cas échéant.

1 Objet

La présente Norme internationale donne

- des dispositions relatives aux règles de construction et de sécurité de certaines centrifugeuses;
- une méthode de calcul des contraintes tangentielles des rotors cylindriques de centrifugeuses.

2 Domaine d'application

2.1 Ces règles de construction et de sécurité s'appliquent aux centrifugeuses utilisées dans l'industrie. Elles ne concernent pas les centrifugeuses suivantes qui sont expressément exclues du domaine d'application de la présente Norme internationale :

- centrifugeuses dont l'énergie cinétique du rotor chargé est inférieure à 750 J;
- centrifugeuses considérées comme appareils électrodomestiques à moteur;
- centrifugeuses dont la vitesse circonférentielle est supérieure à 300 m/s;
- centrifugeuses utilisées exclusivement pour le traitement des matières fissiles.

2.2 La méthode de calcul de la contrainte tangentielle des rotors cylindriques, décrite dans le chapitre 5, est applicable aux centrifugeuses disposant d'un rotor cylindrique, d'épais-

seur de paroi constante, perforé ou non, revêtu ou non, muni ou non de garnitures filtrantes, et dont l'axe de rotation est disposé verticalement ou horizontalement.

La méthode de calcul est applicable seulement aux rotors construits en matériaux métalliques ductiles. Il sera tenu compte de l'influence de la température sur les propriétés de ces matériaux; la méthode ne concerne pas les rotors dont le rapport de l'épaisseur de paroi au rayon est :

$$\frac{\delta}{r_2} > 0,1$$

Elle peut être appliquée d'une manière analogue aux rotors de centrifugeuses dont les trous ne sont pas circulaires.

3 Définition

Dans le cadre de la présente Norme internationale la définition suivante est applicable.

3.1 centrifugeuses : Machines destinées à la séparation de deux phases liquides, ou d'une phase solide en suspension dans un ou plusieurs liquides, ou au séchage de produits solides au moyen de la force centrifuge engendrée par la rotation d'un rotor.

Ce rotor est communément appelé «panier» lorsque sa paroi a des perforations et «bol» lorsque sa paroi n'a pas de perforation.

4 Règles de construction et de sécurité

4.1 Choix des matériaux et construction

4.1.1 Le choix des matériaux sera guidé par la prise en considération des contraintes mécaniques et des phénomènes de fatigue.

4.1.2 Les matériaux utilisés doivent avoir les propriétés idoines pour l'utilisation prévue, en tenant compte des phénomènes de corrosion et d'abrasion.

4.1.3 Toutes les pièces d'une centrifugeuse doivent être fabriquées et montées avec soin, suivant les règles de l'art.

4.2 Cuve

4.2.1 Toute centrifugeuse doit être équipée d'une cuve, fixée soit au bâti, soit à l'assise de la machine.

4.2.2 Les dimensions de la cuve et les matériaux constitutifs doivent être choisis afin de réduire les risques d'accidents en cas de rupture du rotor.

Lorsque la cuve comporte plusieurs parties, celles-ci doivent être assemblées de façon telle que leur démontage nécessite l'utilisation d'un outil.

4.2.3 Protection contre les risques de contact de l'opérateur avec le rotor en mouvement dans les conditions normales de fonctionnement

4.2.3.1 Sur la cuve, tous les orifices doivent être conçus, ou protégés, de manière à interdire l'accès au rotor lorsqu'il est en mouvement dans les conditions normales de fonctionnement de la centrifugeuse.

Ces orifices sont de trois ordres :

- a) ceux qui par construction sont fermés ou protégés pendant la marche, tels que : tubulures d'entrée et de sortie, orifices d'inspection, points d'accès de la cuve pour la maintenance ou le nettoyage. Ces orifices doivent être considérés comme étant efficacement protégés si un outil est nécessaire pour les ouvrir ou si leur conception rend l'accès au rotor impossible lorsqu'il est en mouvement dans les conditions normales de fonctionnement de la centrifugeuse.
- b) ceux qui doivent être ouverts pour nettoyer la centrifugeuse, par exemple : centrifugeuse à râcloir ou à couteaux, décanteuse, etc., sur lesquelles les couvercles de la cuve seront aménagés pour prévenir le démarrage de la centrifugeuse pendant que le couvercle est ouvert.
- c) ceux qui peuvent être ouverts pendant le fonctionnement normal pour le chargement et le déchargement de la centrifugeuse. Ces derniers seront référencés comme «dispositifs ouvrants» auxquels s'appliqueront les dispositions de 4.2.3.2 et de 4.2.3.3.

4.2.3.2 Lorsque la protection est obtenue par l'entremise des «dispositifs ouvrants» définis en 4.2.3.1 c), chacun de ceux-ci doit répondre aux conditions suivantes :

- a) être équipé d'un système de verrouillage destiné à prévenir la mise en marche de la centrifugeuse avant que le «dispositif ouvrant» ne soit fermé, et l'ouverture du «dispositif ouvrant» tant que le rotor est en mouvement.
- b) présenter une résistance suffisante pour prévenir l'éjection des produits traités dans la centrifugeuse et pour lesquels elle a été conçue.

4.2.3.3 Les systèmes de verrouillage des «dispositifs ouvrants» de la cuve doivent être conçus et réalisés pour prévenir tout accès au rotor en mouvement en cas de chute partielle ou totale de la tension électrique ou de la pression pneumatique.

4.3 Rotor

4.3.1 Lorsque le panier ou bol a un couvercle, un dispositif de sécurité doit être prévu pour éviter le démarrage de la centrifugeuse avant que le couvercle n'ait été verrouillé.

4.3.2 Un dispositif efficace doit être prévu si nécessaire pour éviter toute oscillation excessive du rotor.

L'installation d'un dispositif de détection de vibration ou d'oscillation doit être prévue.

4.3.3 La bordure du rotor doit être construite de telle sorte qu'elle ne présente aucun risque d'accident de personne au cours d'une rotation effectuée manuellement.

4.3.4 Le calcul, la fabrication et le mode de montage du rotor doivent lui permettre de résister à tous les efforts pouvant résulter de l'utilisation normale de la centrifugeuse telle qu'elle a été prévue par le constructeur.

Le calcul des contraintes du rotor doit être fait selon la méthode du chapitre 5, chaque fois que cette méthode est applicable.

4.4 Dispositifs d'isolation de la source d'énergie — Dispositif de freinage

4.4.1 Dans le cas où la centrifugeuse est livrée avec son équipement d'alimentation en énergie, elle doit être munie de dispositifs permettant d'isoler la machine de sa source d'énergie.

Il doit être possible de verrouiller mécaniquement le dispositif d'isolation en position d'ouverture.

4.4.2 Quand une centrifugeuse comporte un dispositif de freinage, celui-ci doit être conçu et réalisé de telle manière que son action ne donne pas naissance à des contraintes excessives sur les éléments mobiles de la centrifugeuse.

4.5 Vitesse

Dans le cas où une centrifugeuse est équipée d'un moteur capable d'entraîner le rotor au-delà de la vitesse de rotation permise, celui-ci doit être pourvu d'un dispositif de régulation empêchant le dépassement de cette vitesse de rotation permise.

4.6 Commande

4.6.1 Tous les éléments mobiles de commande et de transmission doivent être munis d'un dispositif protecteur empêchant leur accès dans les conditions normales de fonctionnement de la centrifugeuse.

4.6.2 Le dispositif de mise en marche doit être conçu ou protégé de telle manière qu'il ne puisse permettre en cas de contact ou de choc accidentel, la mise en marche involontaire de la centrifugeuse.

4.7 Équipement électrique

Tout l'équipement électrique et les circuits doivent être conformes aux normes en vigueur et tenir compte de tous les risques spéciaux qui peuvent se présenter (par exemple : humidité, explosion, incendie, etc.).

Équipement et circuits doivent également être en conformité avec la législation en vigueur relative à la protection et à la sécurité des travailleurs.

4.8 Mesures de sécurité particulières

4.8.1 Si le râcloir est conçu pour être utilisé à une vitesse de rotation inférieure à la vitesse de rotation permise de la centrifugeuse, un dispositif automatique doit être incorporé pour empêcher l'usage de ce râcloir si la vitesse du rotor excède la vitesse de râclage prévue pour la centrifugeuse.

4.8.2 Les centrifugeuses destinées à être utilisées dans des conditions particulières de pression, de température ou dans des atmosphères dangereuses, doivent comprendre des dispositifs de contrôle et de ventilation appropriés.

4.8.3 Les centrifugeuses destinées à être utilisées dans des locaux où existent des risques d'explosion, ou pour traiter des substances explosives ou des substances susceptibles de former des mélanges explosifs, doivent respecter les mesures de sécurité suivantes :

- a) éviter la génération d'étincelles d'origine mécanique ou électrique (y compris les étincelles d'origine électrostatique) et prévenir tous chocs ou frottements dangereux;
- b) garantir que, dans les conditions normales de travail définies par l'acheteur, aucune des parties de la centrifugeuse n'atteindra une température dangereuse fixée par l'acheteur.

4.9 Plaques indicatrices

4.9.1 Chaque centrifugeuse doit être munie par le constructeur d'une plaque d'identification portant clairement et lisiblement les indications suivantes :

- a) nom du constructeur;

b) numéro d'identification;

c) année de fabrication;

d) vitesse maximale, en tours par minute (tr/min);

e) charge maximale, en kilogrammes, ou masse volumique maximale, en kilogrammes par décimètre cube (kg/dm³).

4.9.2 Le sens de rotation du rotor doit être clairement indiqué sur la centrifugeuse à l'aide d'une flèche.

4.9.3 Il est préférable, à des fins de vérifications techniques, que chaque rotor porte un numéro d'identification.

4.10 Notice d'instructions

Toute centrifugeuse doit être livrée avec une notice d'instructions précises sur le fonctionnement (mode opératoire), l'installation, l'entretien et l'usage de la centrifugeuse et de ses dispositifs de protection.

Le constructeur doit fournir les plans et les schémas nécessaires à l'entretien et aux vérifications techniques de la centrifugeuse et de tous les accessoires livrés avec elle.

4.11 Mesures de dérogation

4.11.1 Par dérogation à 4.2.3.2, dans le cas où le procédé exige en cours de marche un examen visuel du produit centrifugé sans interposition d'un hublot, un dispositif ouvrant peut être utilisé.

Ce dispositif doit cependant donner une protection suffisante; en particulier, l'opérateur ne doit pas pouvoir atteindre avec ses mains les éléments en mouvement.

4.11.2 La conformité aux dispositions de 4.2.3.3 n'est pas requise pour les centrifugeuses traitant des matières explosives ou lorsque/et si le procédé de fabrication l'exige, pourvu que d'autres mesures soient prises pour maintenir un niveau de sécurité équivalent.

5 Méthode pour le calcul et la vérification des contraintes tangentielles des rotors cylindriques de centrifugeuses

5.1 Symboles employés

Symbole	Désignation	Unité
b_1, b_2	Entraxes de deux perforations voisines	mm
d	Diamètre de la perforation	mm
G	Charge (masse) maximale admissible lorsqu'on atteint la vitesse maximale	kg
h	Hauteur intérieure du rotor	mm
k_1, k_2	Coefficients d'affaiblissement dus à la soudure	
k_3, k_4	Coefficients d'affaiblissement dus à la perforation du rotor	
n	Nombre de rangées de perforations comptées parallèlement à l'axe	
q	Coefficient de réduction de la densité apparente de la paroi dû à la perforation	
r_1	Rayon intérieur du rotor	mm
r_2	Rayon moyen de la virole du rotor	mm
r_3	Rayon intérieur de la charge	mm
δ	Épaisseur de la virole du rotor	mm
z	Coefficient dû à l'existence d'un frettage	
α	Angle entre deux lignes de perforations non parallèles	degrés
ρ_1	Masse volumique de la virole du rotor	kg/dm ³
ρ_2	Masse volumique de la charge ou du gâteau humide (valeur maximale)	kg/dm ³
σ_1	Contrainte tangentielle dans la virole du rotor induite par la rotation du rotor vide	N/mm ²
σ_2	Contrainte tangentielle dans la virole du rotor induite par la force centrifuge appliquée à une charge homogène	N/mm ²
σ_3	Contrainte tangentielle dans la virole du rotor induite par la force centrifuge appliquée à une charge non homogène	N/mm ²
σ_R	Charge unitaire de rupture	N/mm ²
R_e	Limite apparente d'élasticité pour un acier possédant une limite apparente d'élasticité bien définie	N/mm ²
$R_{0,002}$	Limite conventionnelle d'élasticité correspondant à un allongement de 0,2 % pour un acier sans limite d'élasticité bien définie	N/mm ²
$R_{0,01}$	Limite conventionnelle d'élasticité correspondant à un allongement de 1 % pour un acier austénitique	N/mm ²
σ_t	Somme des contraintes tangentielles dans la virole du rotor	N/mm ²
ω	Vitesse angulaire admissible	rad/s

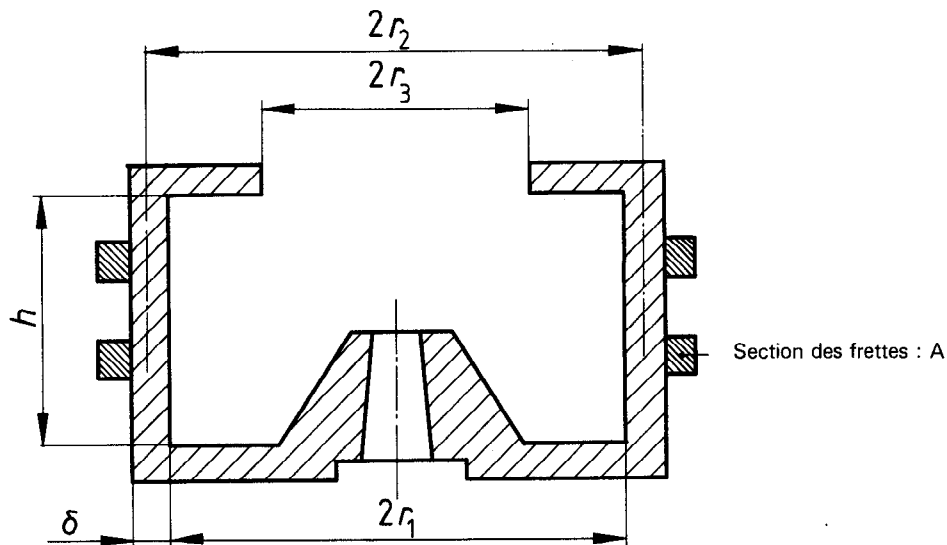


Figure 1

5.2 Contraintes développées dans les viroles de rotors

5.2.1 Contrainte tangentielle de la virole due à la rotation du rotor vide

$$\sigma_1 = 10^{-9} q \rho_1 \omega^2 r_2^2$$

Pour tenir compte de la réduction de la masse volumique de la virole du rotor due à la perforation, il faut utiliser le coefficient de réduction q (voir 5.3.3)

5.2.2 Contrainte tangentielle due à la force centrifuge appliquée à la charge

5.2.2.1 Pour les rotors revêtus, il faut ajouter à la masse de la charge celle du revêtement. Les garnitures filtrantes doivent également être prises en considération.

5.2.2.2 Dans le cas d'un remplissage par une charge homogène (par exemple des liquides), la contrainte développée dans la paroi du rotor par la force centrifuge appliquée à la charge est la suivante :

$$\sigma_2 = 10^{-9} \rho_2 \omega^2 \left(\frac{r_1^2 - r_3^2}{2} \right) \frac{r_1}{\delta}$$

5.2.2.3 Dans le cas d'un remplissage par une charge non homogène (par exemple, des textiles), la contrainte développée dans la paroi du rotor par la force centrifuge appliquée à la charge est la suivante :

$$\sigma_3 = 10^{-3} \frac{\omega^2 G}{\pi} \cdot \frac{1}{3h\delta} \left(\frac{r_1^3 - r_3^3}{r_1^2 - r_3^2} \right)$$

5.3 Coefficients

5.3.1 Coefficient dû à l'existence d'un frettage

Des frettes peuvent être utilisées. Leurs effets peuvent alors être pris en considération dans le calcul de résistance du rotor selon les règles de l'art.

Un coefficient z de calcul de l'épaisseur δ de la paroi peut alors être défini.

5.3.2 Coefficients de réduction dus aux cordons de soudure et à la perforation

5.3.2.1 Dans les calculs, il y a lieu d'introduire le plus petit des cinq coefficients k suivants.

5.3.2.2 Coefficient dû aux cordons de soudure

Dans l'hypothèse où les caractéristiques mécaniques et technologiques de l'assemblage soudé correspondent à celles du matériau de base, les coefficients suivants peuvent être utilisés pour les cordons de soudure :

a) coefficient pour les soudures non contrôlées :

$$k_1 = 0,8$$

b) coefficient pour les soudures radiographiées à 100 % ou contrôlées par une autre méthode reconnue équivalente :

$$k_2 = 0,95$$

Les résultats obtenus par les contrôles non destructifs ne doivent donner prise à aucune contestation.

Si un coefficient de réduction de soudure supérieur venait à être employé, il y aurait lieu d'établir une méthode de contrôle correspondante.

5.3.2.3 Coefficient dû aux perforations

5.3.2.3.1 Dans les coefficients de réduction dus aux perforations, il n'a été tenu compte d'aucun coefficient de forme relatif aux contraintes localisées autour des perforations.

Dans la zone du cordon de soudure, il ne doit y avoir aucune perforation. Si on ne peut l'éviter, le plus petit des coefficients k_3 , k_4 ou k_5 doit être multiplié par le coefficient de réduction dû à la soudure.

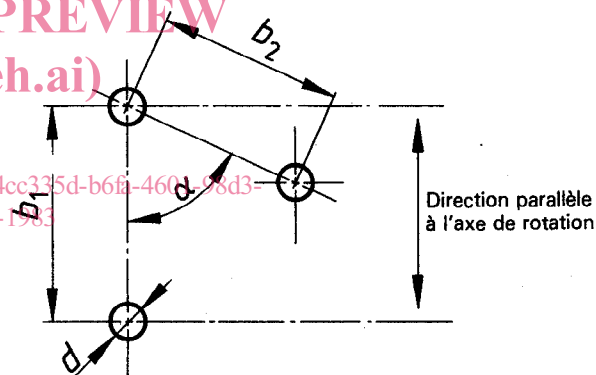


Figure 2

5.3.2.3.2 Pour une perforation répartie régulièrement sur la virole du rotor, il y a lieu d'utiliser le plus petit des coefficients suivants (voir figure 2) :

$$k_3 = \frac{b_1 - d}{b_1}$$

ou

$$k_4 = \frac{b_2 - d}{b_2} v$$

Le coefficient

$$v = \frac{1 + \text{tg}^2 \alpha}{\sqrt{1 + 3 \text{tg}^2 \alpha}}$$

peut être obtenu en fonction de l'angle α

par la courbe de la figure 3.

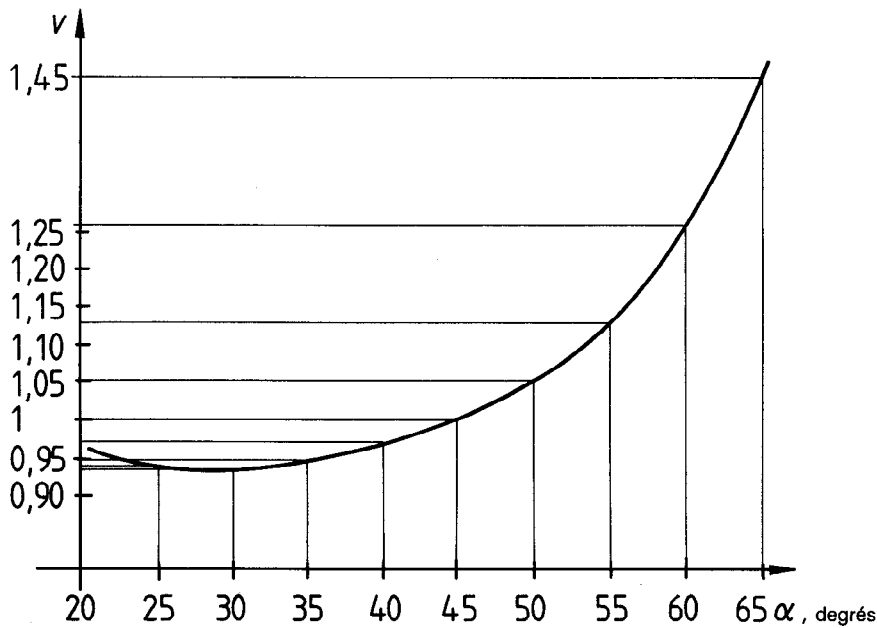


Figure 3

5.3.2.3.3 Pour une rangée unique de perforations située soit au voisinage du plateau du rotor, soit à proximité de la bordure, il y a lieu d'utiliser le coefficient :

$$k_5 = \frac{h - nd}{h}$$

$$\sigma_t = \frac{\omega^2}{10^9 k} \left(q \rho_1 r_2^2 + \frac{10^6 G}{2\pi h} \cdot \frac{r_1}{z\delta} \right)$$

ISO 6178:1983

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/44cc335d-b6fa-4601-98d3-427094b0135c/iso-6178-1983>

5.4.1.2 Dans le cas du remplissage par une charge non homogène (par exemple, des textiles)

5.3.3 Coefficient de réduction de la masse volumique (apparente) de la virole dû à la perforation

$$q = 1 - \frac{\pi d^2}{4b_1 b_2 \sin \alpha}$$

$$\sigma_t = (\sigma_1 + \sigma_3) \frac{1}{k}$$

soit, en utilisant la masse de la charge

$$\sigma_t = \frac{\omega^2}{10^9 k} \left[q \rho_1 r_2^2 + \frac{10^6 G}{3\pi h} \left(\frac{r_1^3 - r_3^3}{r_1^2 - r_3^2} \right) \frac{1}{z\delta} \right]$$

5.4 Vérification de la résistance du rotor

5.4.1 Composition des contraintes tangentielles

5.4.1.1 Dans le cas du remplissage par une charge homogène (par exemple, des liquides) :

$$\sigma_t = (\sigma_1 + \sigma_2) \frac{1}{k}$$

soit, en utilisant la masse volumique de la charge

$$\sigma_t = \frac{\omega^2}{10^9 k} \left[q \rho_1 r_2^2 + \rho_2 \left(\frac{r_1^2 - r_3^2}{2} \right) \frac{r_1}{z\delta} \right]$$

5.4.2 Comparaison avec la contrainte tangentielle admissible

Compte tenu des facteurs qui n'ont pas été pris en considération dans la présente Norme internationale, en particulier des concentrations de contraintes pouvant exister entre les zones de raccordement de la virole avec le fond et la bordure, la contrainte tangentielle calculée ne doit pas dépasser la plus petite de l'une des deux valeurs suivantes de la contrainte tangentielle admissible :

$$\sigma_t < 0,5R_e \text{ et } \sigma_t < 0,33\sigma_R$$

Si cette condition est remplie, la résistance de la virole du rotor est considérée comme vérifiée.