

3101.

- e. échangeurs de chaleur constitués d'aluminium, de cuivre, de nickel ou d'alliages contenant plus de 60% en poids de nickel, ou de combinaisons de ces métaux en tubes gainés, conçus pour fonctionner à une pression inférieure à la pression atmosphérique avec un taux de fuite limitant l'élévation de la pression à moins de 10 pascals (0,1 millibar) par heure avec une différence de pression de 105 pascals (1 bar) ;
2. procédé de séparation à centrifugeuses à gaz :
- a. centrifugeuses à gaz ;
 - b. ensembles de rotors complets ;
 - c. tubes cylindriques pour rotor ayant une épaisseur de 12 mm ou moins, un diamètre compris entre 75 mm et 400 mm, constitués des matériaux ayant un rapport résistance-densité élevé décrits dans la Note technique ci-dessous ;
 - d. paliers à suspension magnétique constitués d'un aimant annulaire en suspension, à l'intérieur d'un boîtier, dans un liquide d'amortissement (l'aimant est couplé à une pièce polaire ou à un second aimant fixé au couvercle supérieur du rotor) ;
 - e. paliers spécialement préparés comportant un ensemble pivot-crapaudine monté sur un amortisseur ;
 - f. anneaux ou soufflets ayant une épaisseur de paroi de 3 mm ou moins et un diamètre compris entre 75 mm et 400 mm, conçus pour renforcer localement un tube de rotor ou pour en relier plusieurs, constitués des matériaux ayant un rapport résistance-densité élevé décrits dans la Note technique ci-dessous ;
 - g. écrans ayant un diamètre compris entre 75 mm et 400 mm, devant être montés à l'intérieur du tube du rotor, constitués des matériaux ayant un rapport résistance-densité élevé décrits dans la Note technique ci-dessous ;
 - h. couvercles supérieur et inférieur ayant un diamètre compris entre 75 mm et 400 mm, devant s'adapter aux extrémités du tube du rotor, constitués des matériaux ayant un rapport résistance-densité élevé décrits dans la Note technique ci-dessous ;
 - i. pompes moléculaires constituées de cylindres comportant des rainures hélicoïdales usinées intérieurement ou réalisées par extrusion et des alésages usinés intérieurement ;
 - j. stators annulaires, pour moteurs polyphasés, à courant alternatif, à hystérésis (ou réluctance) pour fonctionnement synchrone dans le vide, dans la gamme de fréquence de 600 à 2 000 Hz et une gamme de puissance de 50 à 1 000 volts-ampères ;
 - k. changeurs de fréquence (convertisseurs ou inverseurs) spécialement conçus ou préparés pour alimenter des stators de moteurs pour enrichissement par centrifugation gazeuse, présentant toutes les caractéristiques suivantes, et leurs composants spécialement conçus :
 1. sortie polyphasée de 600 Hz à 2 000 Hz ;
 2. contrôle de la fréquence meilleur que 0,1% ;
 3. distorsion harmonique de moins de 2% ; et
 4. rendement supérieur à 80% ;

Note technique :

Les matériaux à rapport résistance-densité élevé utilisés pour les composants rotatifs de centrifugeuse sont les suivants :

- a. acier à trempe secondaire martensitique à durcissement structural ayant une résistance à la traction maximale de $2,05 \times 10^9$ N/m ou plus ;
- b. alliages d'aluminium capables d'une résistance à la traction maximale de $0,46 \times 10^9$ N/m ou plus ; ou
- c. «matériaux fibreux et filamenteux» ayant un module spécifique supérieur à $3,18 \times 10^6$ m et une résistance à la traction spécifique supérieure à $7,62 \times 10^4$ m.

N.B. :

1. Les termes 'module spécifique' désignent le module de Young exprimé en pascals, équivalant à N/m divisé par le poids spécifique exprimé en N/m, mesurés à une température de (296 ± 2) K $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $(50 \pm 5)\%$.
2. Les termes 'résistance à la traction spécifique' désignent la résistance à la traction maximale, exprimée en pascals, équivalant à N/m divisée par

le poids spécifique, exprimé en N/m, mesurés à $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, et une $(50 \pm 5)\%$.

3101.

3. procédé de séparation aérodynamique :
 - a. tuyères de séparation constituées par des canaux courbes en forme de fente, ayant un rayon de courbure de moins de 1 mm et contenant un bord en forme de couteau lequel sépare en deux courants le gaz circulant dans la tuyère ;
 - b. tubes cylindriques ou coniques d'entrée tangentielle commandés par le flux, spécialement conçus pour la séparation isotopique de l'uranium ;
 - c. compresseurs d'hexafluorure d'uranium-hydrogène/hélium entièrement constitués ou revêtus d'aluminium, d'alliages d'aluminium, de nickel ou d'un alliage contenant 60% en poids ou plus de nickel, y compris les garnitures d'étanchéité de compresseurs ;
 - d. caissons d'éléments de séparation aérodynamique, conçus pour contenir les tubes vortex ou les tuyères de séparation ;
 - e. échangeurs de chaleur constitués d'aluminium, de cuivre, de nickel ou d'alliage contenant plus de 60% en poids de nickel, ou de combinaison de ces métaux en tubes gainés, conçus pour fonctionner à des pressions de 6×105 pascals (6 bars) ou moins ;
4. procédé de séparation par échange chimique :
 - a. contacteurs centrifuges liquide-liquide à échange rapide ou colonnes pulsées liquide-liquide à échange rapide en matériaux revêtus intérieurement de produits fluorocarbonés ;
 - b. cellules de réduction électrochimique conçues pour faire changer la valence de l'uranium ;
5. procédé de séparation par échange ionique, y compris résines pour échange ionique à réaction rapide : résines pelliculaires, réticulées dans lesquelles les groupes d'échange chimique actifs sont limités à une couche sur la surface d'une particule ou fibre inerte ;
6. procédé de séparation isotopique de vapeur atomique par «laser» :
 - a. canons à électrons haute puissance d'une puissance totale supérieure à 50 kW et canons à électrons linéaires ou à balayage d'une puissance utile supérieure à 2,5 kW/cm pour utilisation dans des systèmes de vaporisation de l'uranium ;
 - b. creusets en forme d'auge et équipements de refroidissement pour l'uranium fondu ;
 - c. collecteurs de produit enrichi et de produit appauvri constitués ou revêtus de matériaux résistants à la chaleur et à la corrosion par la vapeur d'uranium, tels que le graphite revêtu d'oxyde d'yttrium ;
7. procédé de séparation isotopique moléculaire par «laser» :
 - a. déphaseurs de Raman au parahydrogène conçus pour fonctionner à une longueur d'onde de sortie de 16 micromètres et à une fréquence de répétition supérieure à 250 Hz ;
 - b. tuyères d'expansion supersoniques conçues pour un gaz porteur d'hexafluorure d'uranium (UF_6) ;
 - c. filtres collecteurs de fluorure d'uranium (UF_5) enrichi ;
 - d. équipements de fluoration d' UF_5 à UF_6 ;
 - e. compresseurs de gaz porteur d'hexafluorure d'uranium (UF_6) entièrement constitués ou revêtus d'aluminium, d'alliages d'aluminium, de nickel ou d'un alliage contenant 60% en poids ou plus de nickel, y compris les garnitures d'étanchéité de compresseurs ;
8. procédé de séparation à plasma :
 - a. collecteurs de produit enrichi et de produit appauvri constitués ou revêtus de matériaux résistants à la chaleur et à la corrosion par la vapeur d'uranium, tels que le graphite revêtu d'oxyde d'yttrium ;
 - b. bobines d'excitation d'ions haute fréquence pour des fréquences supérieures à 100 kHz et capables d'opérer sur une puissance supérieure à 40 kW ;
9. spectromètres de masse ou sources ioniques pour hexafluorure d'uranium (UF_6) spécialement conçus ou préparés pour prélever en ligne des échantillons de l'alimentation, du produit enrichi ou du produit appauvri à partir des flux d'hexafluorure d'uranium gazeux et présentant toutes les caractéristiques suivantes :