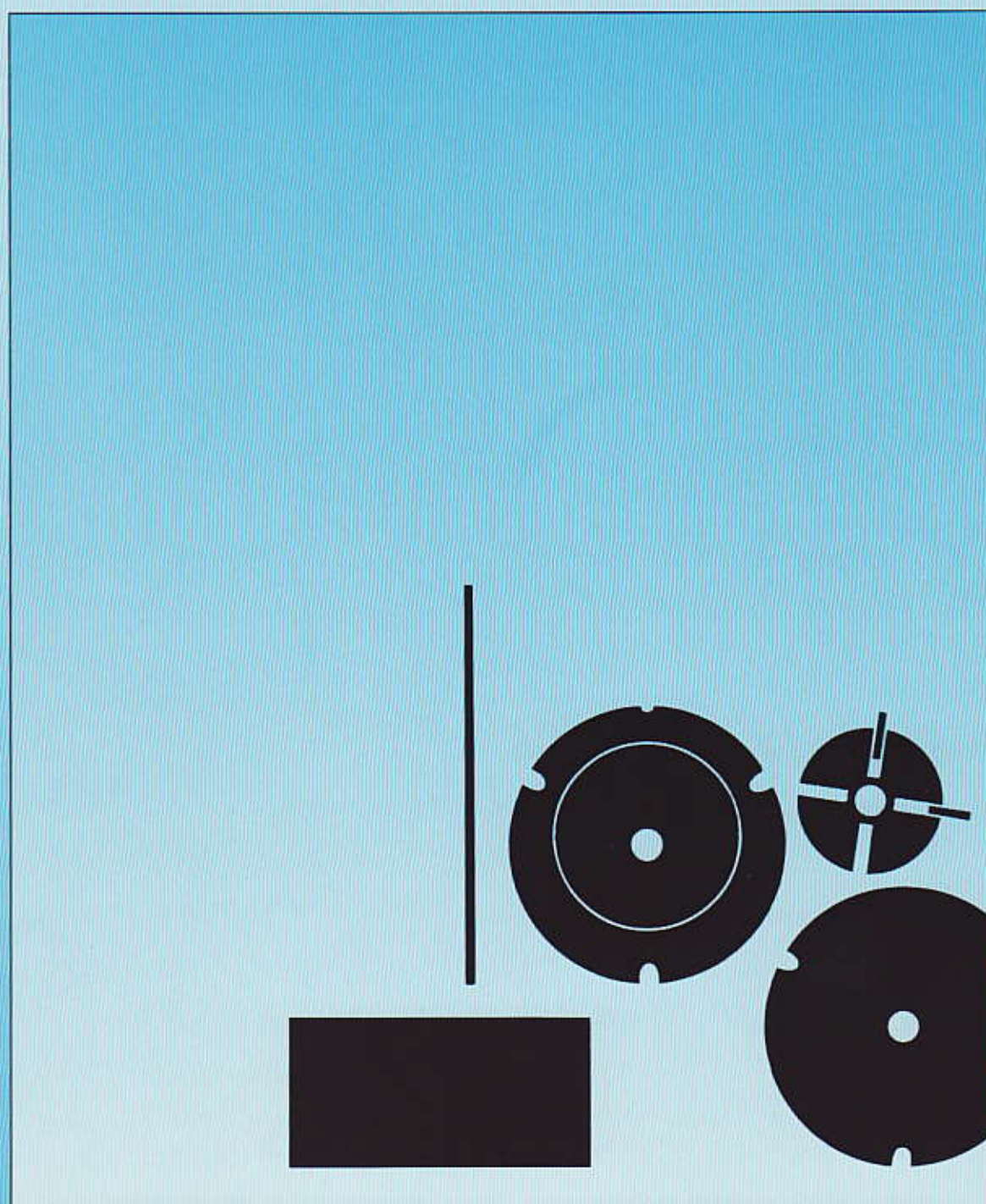


Carbone et Graphite pour Applications Mecaniques

Palettes, éléments de carcasse
et rotors pour compresseurs rotatifs
et pompes à cellules



31.21f/1994

Schunk Kohlenstofftechnik GmbH



Table de matières:

Propriétés caractéristiques des matières pour l'application de palettes, de corps de pompes et de rotors	Page 3
Champs d'applications	Page 3
a) Compresseurs rotatifs et pompes à vide fonctionnant à sec	
b) Pompes à palettes et compteurs volumétriques à palettes, fonctionnant lubrifiés	
Palettes en carbone	Page 3
a) Usinage et tolérances	
b) Matières de contreface	Page 4
c) Recommandations de matériaux	
d) Comportement à l'usure	
e) Pression d'appui	Page 5
Éléments de carcasse et rotors pour compresseurs rotatifs et pompes à cellules, pompes complètes	Page 6
a) Compresseurs rotatifs et pompes à vide fonctionnant à sec	
b) Pompes à cellules pour le transport de liquides	Page 8
Tolérances et zones de tolérances recommandées	Page 9

Propriétés caractéristiques des matières pour l'application de palettes, d'éléments de carcasse et de rotors

Les propriétés spécifiques suivantes des matières carbone/graphite sont déterminantes pour l'utilisation de palettes, de flasques, de carcasses et de rotors. SKT est à même de mettre à disposition des matériaux avec des caractéristiques optimisées ponctuellement pour répondre aux exigences variées de différents éléments de construction.

- Capacité de glissement et de marche à sec, bas coefficient de friction
- Résistance à l'usure
- Résistance chimique
- Résistance thermique
- Conductibilité thermique élevée
- Comportement élevé aux chocs thermiques
- Stabilité dimensionnelle excellente
- Résistance élevée à la fatigue
- Poids spécifique faible
- Relation solidité mécanique/densité apparente favorable

Des prospectus supplémentaires sur les carbones et les graphites pour applications mécaniques sont à votre disposition:

«Résistance chimique»

«Valeurs physiques; matériaux standard»

«Indications générales; propriétés, utilisation comme matériau de glissement, recommandations de construction»

Domaine d'applications

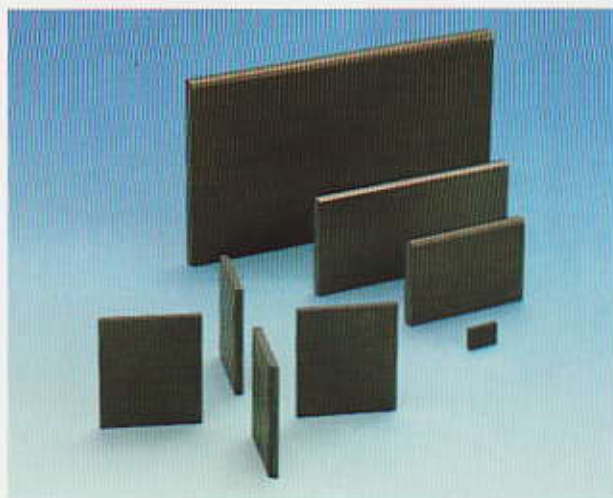
a) Compresseurs rotatifs et pompes à vide fonctionnant à sec

- Aspiration de vapeur d'essence aux distributeurs
- Ordinateurs
- Installations d'imprimeries
- Pistolets pulvérisateur pour peintures et laques
- Souffleries d'air frais
- Appareils médicaux
- Pour automobiles; verouillage central, réglage des sièges, etc.
- Machines pour traitement du tabac
- Véhicules de transport (citerne et silo)
- Machines d'emballage

b) Pompes à palettes et compteurs volumétriques à palettes, fonctionnement lubrifié

- Pompes d'alimentation pour essence et carburant diesel
- Appareils de dosage
- Distributeurs automatiques de boissons
- Installations de remplissage pour boissons
- Appareils médicaux
- Compteurs volumétriques à palettes pour produits chimiques, huiles et carburants
- Distributeurs d'essence et installations d'approvisionnement pour avions

Représentation schématique des palettes et plaques d'extrémité en carbone dans un compresseur rotatif



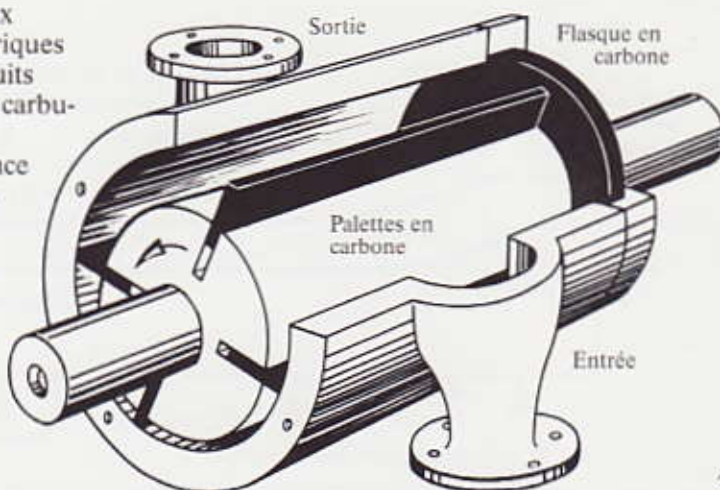
Palettes en carbone

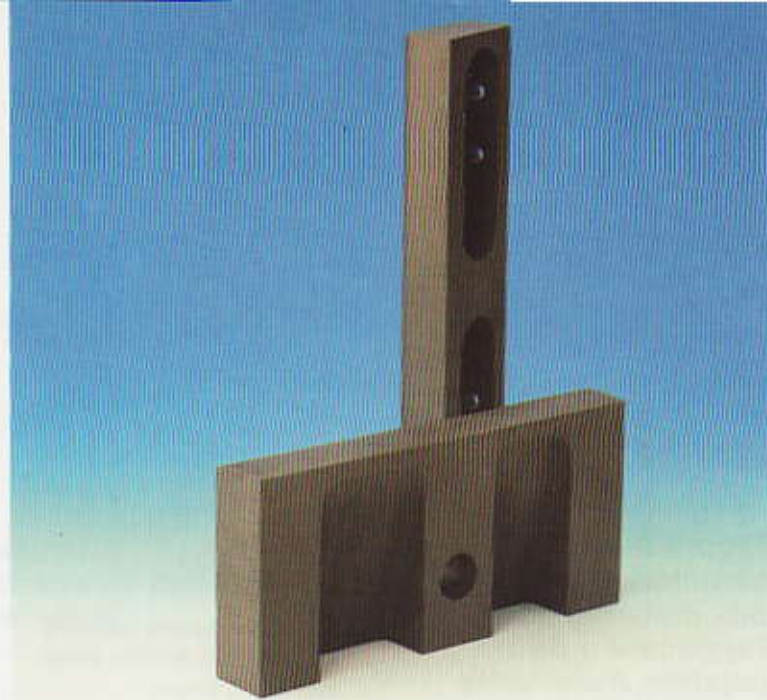
Palettes en carbone

a) Usinage et tolérances

Des indications sur les tolérances pour palettes en carbone sont données dans le tableau page 9. Toutefois, nous y revenons ici encore une fois en relation avec la longueur de la carcasse et la longueur des rainures du rotor. Pour une étanchéité latérale optimale, il faut prendre en considération les coefficients de dilatation thermique des matières de la carcasse et des palettes qui sont assez souvent différents.

- Longueur de la carcasse H 7/H 8
- Longueur des palettes f 7/f 8
- Largeur des fentes du rotor H 8/H 9
- Épaisseur des palettes f 7/f 8
- Perpendicularité $\leq \pm 5'$
- Rugosité de l'alésage de la carcasse: $R_1 = 1-2 \mu\text{m}$ et $R_2 = 6-9 \mu\text{m}$, respectivement pour marche à sec à $v > 12 \text{ m/sec}$ (voir texte sur le comportement à l'usure)
- Rainures du rotor: $R_1 = 2-3 \mu\text{m}$





Il faut veiller particulièrement à ce que les arêtes des fentes du rotor soient bien usinées afin d'éviter une usure latérale élevée des palettes qui pourrait augmenter le danger de casse des palettes. En plus, nous conseillons également d'arrondir les arêtes des ouvertures d'entrée et de sortie de la carcasse. Pour éviter les ébrouures et pour améliorer le rodage, il est conseillé de chanfreiner ou arrondir les arêtes de la face frottante de la palette.

b) Matières de contreface

Les matières de contreface cidessous pour palettes en carbone sont recommandées:

- Fonte grise
- Carbones/graphites
- Acier au chrome moulé
- Acier chromé dur ou nickelé dur
- Fonte d'aluminium couverte de Al_2O_3

c) Recommandations de matériaux

Fonctionnement à sec

Le choix du matériau dépend essentiellement de la vitesse linéaire prévue.

Jusqu'à une vitesse de glissement maximale de	Matériau
7 m/sec	FH44Z2
10 m/sec	FF511, FE45Z2
12 m/sec	FE65
18 m/sec	FE67M, FE679MP

Fonctionnement humide

FH44Z2, FF511, FH42Z2, FH42B

d) Comportement à l'usure

L'usure de palettes en carbone dans des pompes à palettes est minimale car même le

transport de liquides possédant une capacité de lubrification hydrodynamique peu importante permet une lubrification suffisante pour les palettes en matériaux carbone/graphite.

Par contre, pour les palettes en carbone, fonctionnant à sec, il faut compter avec une usure assez considérable dépendant des conditions de service en général et en premier lieu de la vitesse de glissement et de la température à la surface de frottement, mais il faut également tenir compte du fait que, sous fonctionnement à sec, la matière de la palette même sert de lubrifiant.

Le diagramme num. 1 ci-après démontre que l'usure des palettes par unité de temps, étant plus élevée pendant une période de rodage, décroît pour atteindre une valeur d'usure à peu près constante. Toutefois, ceci n'est valable que jusqu'aux vitesses linéaires de 12 m/sec environ et à condition que le refroidissement de la carcasse soit optimal.

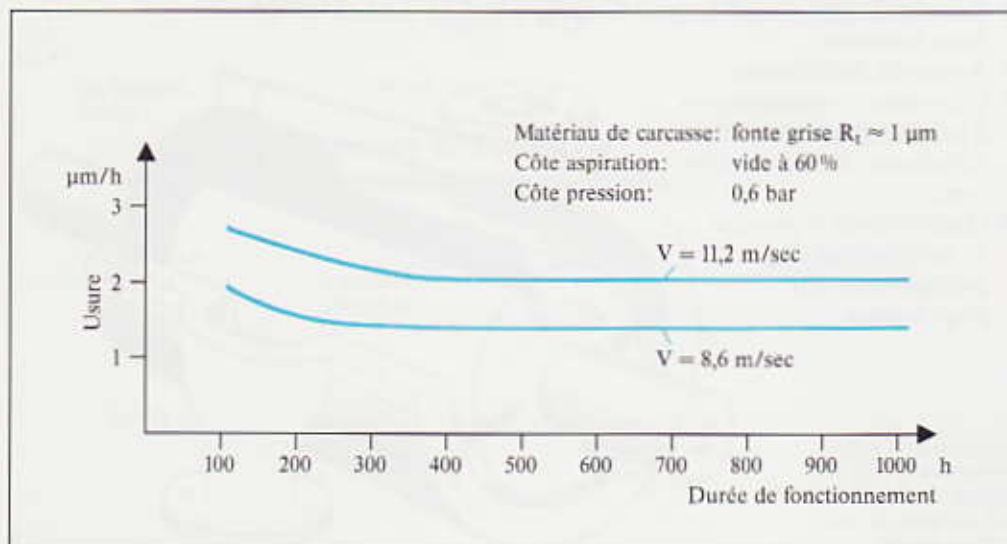


Diagramme num. 1
Valeurs d'usure de palettes en carbone - FE65 - fonctionnant à sec.
Résultats obtenus au cours de tests de fonctionnement avec des compresseurs rotatifs de type courant

Le diagramme num. 1 démontre en plus qu'une vitesse de glissement élevée entraîne automatiquement une usure élevée par unité de temps, ce qui n'est pas à attribuer exclusivement au trajet périphérique plus long par unité de temps dû à la vitesse de glissement élevée.

Ce sont plutôt les vitesses de glissement et les températures aux faces frottantes élevées qui provoquent respectivement une chaleur de friction et un coefficient de frottement plus élevé, d'où une influence négative au comportement à l'usure p.ex. par des effets de dessèchement pendant un service continu. Pour les vitesses de glissement dépassant nettement 12 m/sec, il est donc indispensable de prendre soin d'une bonne évacuation de chaleur et par conséquent d'un refroidissement optimal de la carcasse.

Il faut ajouter qu'aux vitesses de glissement autour de 18 m/sec, la température du gaz de 220°C du côté de refoulement ne devrait pas être dépassée. Afin de permettre la formation d'une couche de graphite sur la face frottante de la carcasse et de limiter ainsi suffisamment le coefficient de frottement et l'usure, même aux vitesses de glissement élevées et, par conséquent, des hautes températures aux faces frottantes, il faut prévoir une rugosité élevée de la face frottante de la carcasse, à savoir de l'ordre de grandeur de $R_z = 5$ à $9 \mu\text{m}$.

Tout de même, le comportement à l'usure des palettes en carbone, à des vitesses de glissement nettement supérieures à 12 m/sec, diffère en service continu, comme le démontre le diagramme num. 2.

e) Pression d'appui

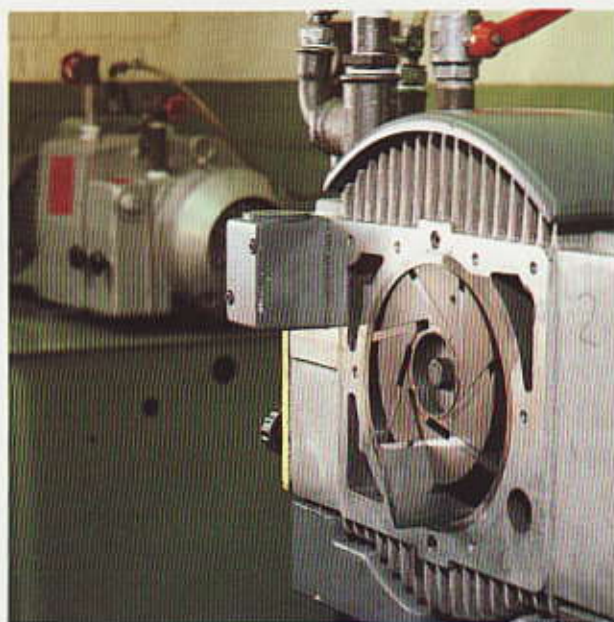
Durant les essais pour l'établissement des diagrammes d'usure ci-avant, la force d'appui des palettes en carbone contre la paroi de la carcasse pour effectuer l'étanchéité entre une cellule de compression et l'autre, a été réalisée exclusivement par la force centrifuge.

Dans la plupart des cas, la force centrifuge suffit absolument pour l'étanchéité des gaz malgré le faible poids spécifique des matériaux carbone/graphite.

Pour l'étanchéité de liquides dans des pompes à palettes, la force centrifuge peut être, en certain cas, trop petite pour produire une pression d'appui suffisante.

Ceci est valable pour des pressions de compression plus élevées, pour des pompes et compteurs à faible nombre de tours, et en présence de liquides refoulés ayant une viscosité élevée.

Une certaine amélioration peut être obtenue par l'utilisation de palettes en un matériau imprégné de métal, comme p.ex. - FH42B -,



Banc d'essai de compresseur rotatif pour palettes en carbone

possédant un poids spécifique plus élevé. Toutefois, les domaines d'utilisation des matériaux carbone imprégnés au métal restent bien limités. Pour l'augmentation de la pression d'appui, d'où une augmentation de l'étanchéité, les mesures suivantes conviennent: un guidage forcé des palettes, des mesures constructives pour la mise en place d'un système de pression pneumatique dans la base des fentes du rotor, et finalement l'utilisation de ressorts complémentaires.

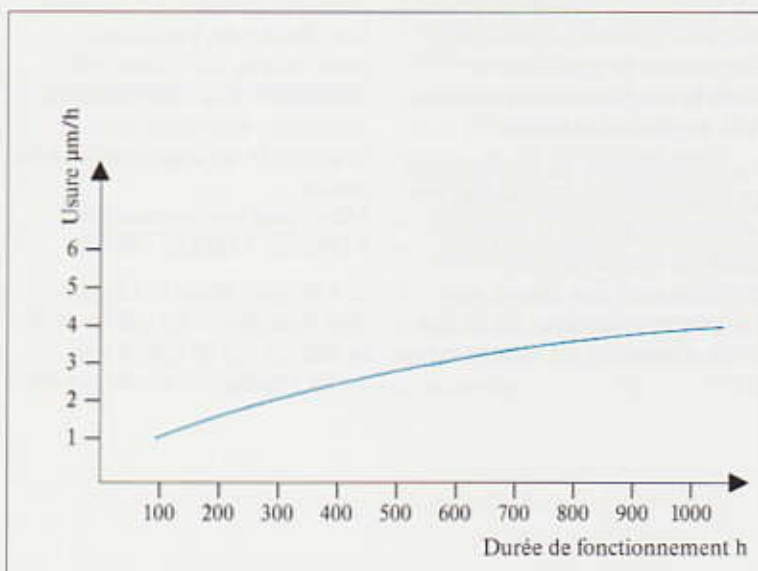


Diagramme num. 2
Essai de fonctionnement avec palettes en carbone - FE679M - et - FE679MP -
Vitesse de linéaire: $v = 14,5 \text{ m/sec}$
Matériau de la carcasse: fonte $R_z = 6 - 9 \mu\text{m}$
côté aspiration: $-0,3 / -0,6 \text{ bar}$
côté pression: $0,7 \text{ bar}$

Éléments de carcasse et rotors pour compresseurs rotatifs et pompes à cellules, pompes complètes

Sur page 9 de ce prospectus, vous trouverez nos recommandations sur les tolérances et zones de tolérance pour rotors, bagues de carcasse et flasques.

Vu l'importance toujours croissante de compresseurs rotatifs et pompes à cellules se composant exclusivement ou prépondérante d'éléments en matériaux carbone/graphite, nous avons inclus les palettes en carbone dans ce tableau.

Pour ce champs d'application et pour les grandes séries, nous avons spécialement développé des matériaux carbone/graphite agglomérés à la résine pour moulage fini ou partiellement fini. Pour la construction de telles pièces, nous vous prions de vous référer également à notre prospectus «Indications générales; caractéristiques, utilisation comme matériau de glissement, recommandations de construction». Pour des questions de détail, veuillez vous adresser à notre service développement et applications techniques et ceci, si possible, déjà au stade de projet.

Nos possibilités de fabrication de compresseurs rotatifs et pompes à cellules complètement en matériaux carbone/graphite sont limitées à des diamètres extérieurs de la carcasse d'environ 80 mm maximum.



Pièces de pompes

a) Compresseurs rotatifs et pompes à vide fonctionnant à sec

L'emploi de flasques en matériaux carbone/graphite pour le revêtement des parois latérales de la carcasse, servant de faces de frottement et de l'étanchement axiales, est d'usage depuis longtemps. Matériaux recommandés: FE45, FE45S, FE44Y3

Pour des bagues de carcasse et des flasques, en utilisation avec des palettes en carbone, l'on utilise de préférence, pour raison de l'étanchéité demandée aux éléments en question, des matériaux imprégnés ou agglomérés à la résine.

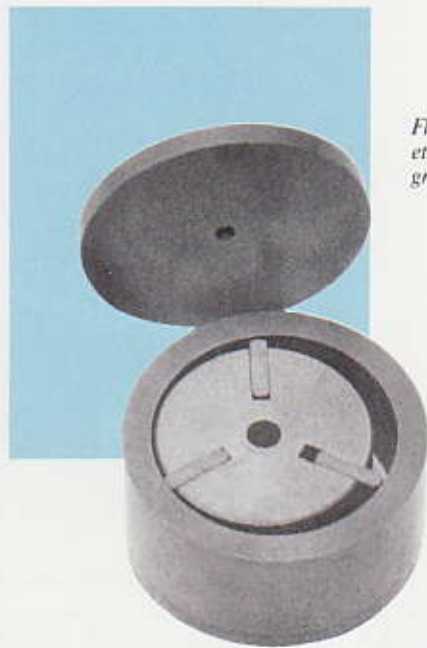
Matériaux recommandés: FH42Z2, FH42Z5, FF511

Si l'alésage dans la flasque sert également de palier et si la charge sur le palier est assez élevée, un matériau car-

bone/graphite imprégné de résine devrait être choisi.

En cas de plaques d'extrémité moulées fini en matériaux FF511, l'alésage doit être réusiné pour atteindre la tolérance étroite nécessaire et pour enlever la pellicule de moulage.

L'utilisation de rotors en matériaux carbone/graphite dans des compresseurs rotatifs fonctionnant à sec est à attribuer avant tout au poids spécifique faible et aux prix avantageux des rotors en matériaux agglomérés à la résine moulés fini ou partiellement fini en comparaison à des rotors en matériaux de moulage en fonte, auparavant exclusivement utilisés.



Flasques, stator, rotor
et palettes en carbone/
graphite

Pour des grandes séries, il est possible d'enrober l'arbre en acier d'un matériau aggloméré à la résine par moulage.

La fabrication de rotors en carbone est limitée à des petites dimensions et des diamètres extérieurs de 50 mm environ.

Matériaux recommandés:
FF511, FH42

Sous la dénomination pompes complètes, sont à prendre en considération des compresseurs rotatifs et des pompes à vide se composant de stators, flasques, rotors et palettes en matériaux carbone/graphite.

Appariement de matériaux recommandés:

La fourniture en état complètement assemblé a pour avantage que ces pièces peuvent être contrôlées par Schunk Kohlenstofftechnik (contrôle pièce par pièce possible) et qu'elles seront donc prêtes à être montées.



Stator	1. FH42Z2/Z5	2. FF511	3. FF511
Flasque	1. FH42Z2	2. FF511	3. FF511
Rotor	1. FF511	2. FF511	3. FF511
Palettes	1. FE65	2. FE65	3. FF511

Schunk Kohlenstofftechnik fournit des pompes complètes, complètement montées ou sous forme de pièces détachées.

Exemple de rendement pour l'appariement de matériaux num. 1:

Pompes bi-pression

Pour un nombre de tours d'environ 5000 r/min. un simple moteur de 12 ou 24 Volt suffit pour obtenir un rendement de > 850 mbar (85 KPa) aussi bien en surpression qu'en dépression.

En plus, le temps nécessaire pour l'établissement de pression peut se situer en-dessous de 2 secondes.



Dans le domaine surpression, dépendant du couple, des rendements jusqu'à 3 bar (300 KPa) peuvent être atteints. Des mesures constructives peuvent permettre des pressions jusqu'à 4,5 bar environ.

Ces rendements ne sont pas totalement obtenus avec les exemples d'appariement de matériaux num. 2 et 3.

Ces appariements de matériaux sont surtout utilisés pour des compresseurs et pompes en pièces détachées et ceci en considération de la question de prix, car ces pièces détachées en matériaux agglomérés à la résine peuvent être fabriquées de manière rationnelle et à dimensions exactes par moulage en extrusion ou par moulage en injection.

Dans la plupart des cas, un réusinage n'est nécessaire qu'aux faces planes et aux alésages de palier.

Schunk Kohlenstofftechnik a de larges expériences dans ce domaine, cette méthode de fabrication étant appliquée depuis plus de 15 ans.

En cas de fourniture de pompes et compresseurs en pièces détachées et contrairement aux éléments assemblés, l'ajustement de la pompe ou du compresseur doit se faire chez le client après montage sur l'arbre du moteur.

b) Pompes à cellules pour le transport de liquides

Les indications ci-avant au sujet des éléments de construction pour compresseurs rotatifs et pompes fonctionnant à sec sont avec peu d'exceptions également valables pour des stators, des flasques et des rotors pour pompes à cellules.

C'est le matériau pour les palettes, qui est différent. Là, on choisit un matériau plutôt

mou, car c'est la palette qui constitue l'élément d'usure tandis que pour une pompe à cellules, en présence de lubrification par un liquide, d'où une usure minime, l'on peut sélectionner les mêmes matériaux pour les éléments de la carcasse et les palettes.

Recommandations et appariements des matériaux:

Stator	1. FH42Z2/Z5	2. FF511
Flasque	1. FH42Z2	2. FF511
Rotor	1. FH42	2. FF511
Palettes	1. FH44Z2/FH42Z2	2. FF511

Outre des compresseurs rotatifs, pompes à vide et pompes à cellules en matériaux carbone/graphite, également des combinaisons avec des éléments de construction métal-

liques sont d'usage pour des domaines d'application spéciaux.

Tolérances et zones de tolérances recommandées

Dans le tableau ci-après sont énumérées les tolérances et zones de tolérances nécessaires et suffisantes suivant nos expériences de la pratique.

Des cas spéciaux peuvent nécessiter ou rendre possible, dépendant du rendement et de la construction, des tolérances plus étroites ou plus larges.

Tolérances et zones de tolérances recommandées

		Rotors	Plaques de carcasse	Plaques d'extrémité	Palettes
Diamètre extérieur moulé	[mm]	0,10	0,10	0,10	
Diamètre extérieur usiné	[mm]	0,02	0,02 - 0,05	0,02	
Diamètre de l'alésage moulé		IT 9	IT 9	IT 9	
Diamètre de l'alésage usiné		IT 7	IT 7	IT 7 comme alésage de palier	
Épaisseur moulée	[mm]	0,10	0,10	0,10	0,05
Épaisseur usinée	[mm]	0,02	0,02	0,05 - 0,1	f7 - f8
Largeur de la fente moulée	[mm]	0,03			
Largeur de la fente usinée	[mm]	0,02			
Faces planes et parallèles usinées	[mm]	0,01	0,01	0,01	
Voilure axiale moulée	[mm]	0,05	0,05	0,05	
Voilure axiale usinée	[mm]	0,02	0,02	0,02	
Longueur usinée					g6 - f7
Angularité usinée	[en minutes d'angle]				± 5
Hauteur moulée	[mm]				± 0,1
Hauteur usinée	[mm]				± 0,1
Courbure moulée	[mm]				0,05 - 0,1
Courbure usinée	[mm]				0,05 - 0,1



Rodheimer Strasse 59
D-35452 Heuchelheim

Téléphone (06 41) 6 08-0
Téléfax (06 41) 6 08-747
Télex 1 76 419 012 schk
Télétext 64 190 12 = schk

Schunk Kohlenstofftechnik GmbH