

ROCAR®

Carbure de silicium

Matériaux spéciaux
pour machines et équipements

CeramTec Czech Republic, s.r.o.

ROCAR® – Expert
en céramique à hautes
performances
à base de carbure
de silicium



La société
CeramTec Czech Republic, s.r.o
a démarré la production en 1994,
l'année à laquelle la société mère
CeramTec a délocalisé sa production
des céramiques techniques à base
de carbure de silicium (SiC)
de Selb en Allemagne à Sumperk
en République Tchèque.

Quelques années plus tard,
la production a été élargie d'une
deuxième ligne de production
destinée à la réalisation des plaques
d'étanchéité pour l'ingénierie
sanitaire qui représente actuellement
l'une des plus grandes capacités
de production dans son domaine.
Le pilier de la production consiste
en affûtage, polissage et contrôle final
des plaques d'alumine Al_2O_3 .



À présent, l'usine de Sumperk, comptant plus de trois cents salariés, fait partie des plus grandes usines étrangères du groupe allemand CeramTec, et elle représente la seule usine spécialisée dans la fabrication de produits sur mesure à base de carbure de silicium à hautes performances commercialisés sous la marque commerciale **ROCAR®**.



CeramTec – un fabricant et fournisseur avec une présence internationale



AMÉRIQUE

USA
Brésil
Mexique

EUROPE

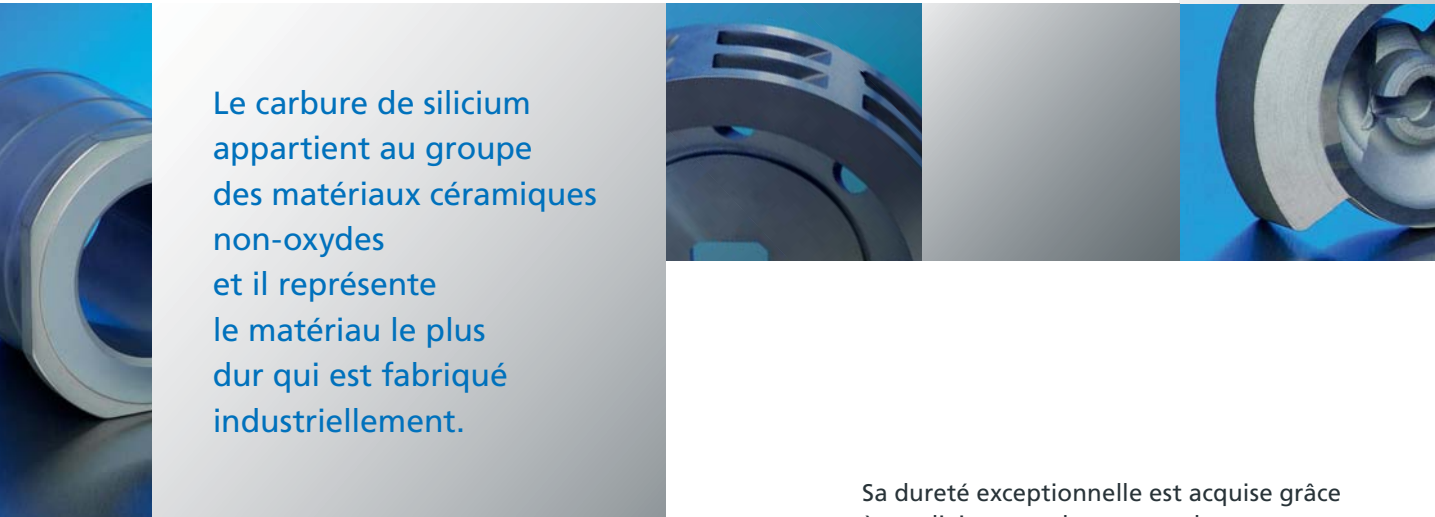
Allemagne
France
Royaume-Uni
Italie
Pologne
Russie
Scandinavie
Espagne
République tchèque

ASIE

Chine
Corée
Malaisie
Inde

Carbure de silicium ROCAR®

Matériau pour applications spéciales

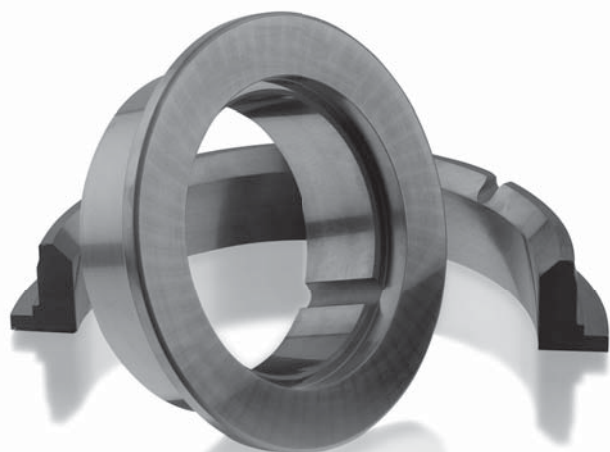


Le carbure de silicium appartient au groupe des matériaux céramiques non-oxydes et il représente le matériau le plus dur qui est fabriqué industriellement.

Sa dureté exceptionnelle est acquise grâce à une liaison covalente entre les atomes de silicium et de carbone. Cette forte liaison détermine également son module d'élasticité élevé et sa dilatation thermique extrêmement faible.

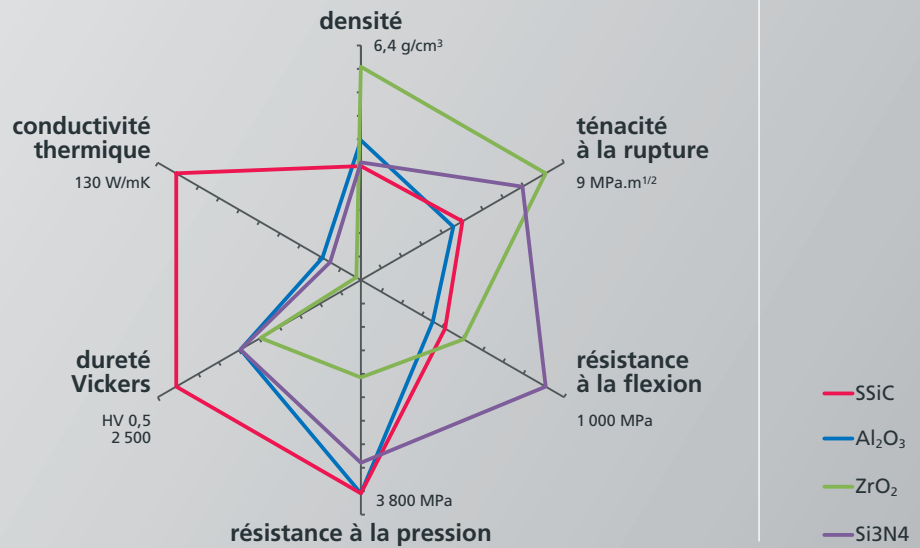
Le carbure de silicium dispose également d'une très haute conductivité et résistance thermique qui restent pratiquement constantes dans une large étendue de températures.

En ce qui concerne ses propriétés électriques, le carbure de silicium appartient au groupe des matériaux semi-conducteurs.



Propriétés spécifiques du carbure de silicium

- Une haute résistance thermique de 1350 à 1800°C.
- Une résistance à la corrosion.
- Une très grande dureté.
- Une grande solidité dans un large intervalle de températures (de -270°C à 1800°C).
- Une excellente conductivité thermique.
- Une faible dilatation thermique.
- Une faible densité.



Carbure de silicium infiltré par Silicium RBSiC/SiSiC

Dans ce matériau, lors de processus appelé «cuisson d’infiltration», les cavités poreuses de la structure d’origine matricielle du SiC sont remplies de silicium métallique. La cuisson amène également à une production de SiC secondaire, le matériau gagne ainsi d’excellentes propriétés mécaniques et une bonne résistance à l’usure.

Il est possible de l’utiliser pour la fabrication de composants compliqués et de grande taille à des petites tolérances, et cela grâce à sa rétraction minimale lors de la cuisson. Toutefois, la teneur en silicium délimite la température de travail maximale à 1350°C et sa résistance aux produits chimiques est limitée environ jusqu’au pH=10.

Variantes de matériaux:

ROCAR® SiG, ROCAR® SiF,
ROCAR® Therm G, ROCAR® Therm F

Carbure de silicium fritté SSiC

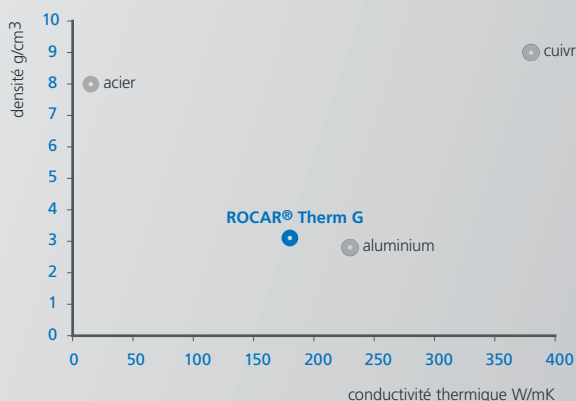
Carbure de silicium fritté est formé lorsque la température devient supérieure à 2000°C, par un frittage des granules très fines de SiC pré-pressées, de ce fait des liaisons de frittage très fortes commencent à se former entre les grains du matériau.

Tout d’abord, la grille devient dense, puis la porosité diminue et enfin se forment des liaisons de frittage très fortes entre les grains de SiC. Ce type de cuisson implique une grande rétraction du produit, et cela d’environ 20 %.

Le matériau obtenu en une seule étape dispose d’une résistance mécanique, thermique et chimique supérieure en comparaison avec le SiSiC.

Variantes de matériaux:

ROCAR® S1,
ROCAR® G5



matériau	conductivité thermique W/mK	densité g/cm ³
ROCAR® Therm G	180	3,1
acier	15	8
alliage d'aluminium	230	2,8
cuivre	380	9

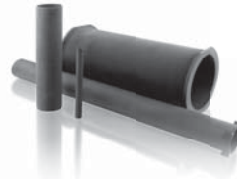
Carbure de silicium ROCAR®

Matériau pour applications spéciales

Grâce à ses propriétés équilibrées, le carbure de silicium ROCAR® peut être largement exploité dans de nombreux domaines de l'industrie, de l'énergie, de l'environnement, de l'alimentation, dans l'industrie pharmaceutique ou la protection balistique de la technologie de et des personnes.



Roue de mesure pour mesurer les paramètres des résidus de combustion



Tuyaux et pièces de raccordement pour les fluides agressifs ou fumées



Buse spirale à bride pour liquides abrasifs

Anneaux de glissement pour garnitures mécaniques

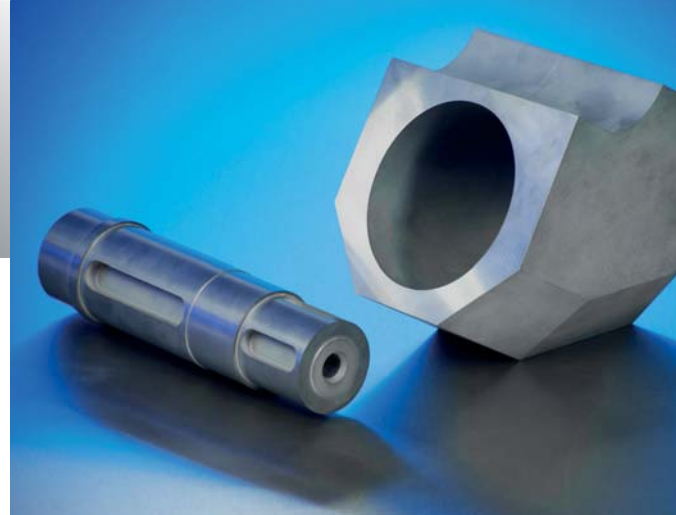
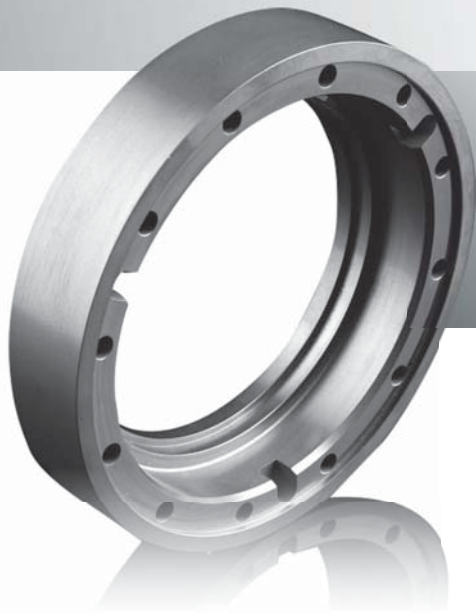
Grâce à ses excellentes propriétés, le carbure de silicium sert comme une matière de départ pour les applications tribologiques. Nous sommes spécialisés dans la production des anneaux de glissement pour les applications les plus exigeantes – les joints de compression, les joints gaz, les joints pour les turbines à eau, pour les propulsions de bateaux (classiques et à buses), et d'autres types d'anneaux de glissement très spécifiques. Les joints monolithiques ROCAR® sont uniques au monde, ils sont destinés pour les arbres des bateaux d'un diamètre supérieur à 1000 mm.

Paliers à glissement

Les paliers à glissement radial ou axial, faits en matériau ROCAR®, représentent une solution efficace et souvent la seule possible pour les milieux très abrasifs ou chimiquement agressif. Notamment, l'utilisation des matériaux contenant le graphite ROCAR® G5 est très avantageux car celui-ci améliore les propriétés de glissement et la durabilité des roulements dans les régimes ayant une lubrification insuffisante, et il réduit les forces de frottement pendant le démarrage de la pompe.

Buses

Les buses constituées des matériaux ROCAR® SiG ou ROCAR® S1 sont utilisées, grâce à leur excellente résistance chimique et résistance à l'abrasion, dans les conditions d'exploitation difficiles, dans l'industrie chimique ou dans la filière énergétique. Dans les unités de désulfuration alimentées au charbon sont utilisés de puissantes spirales ou buses de pulvérisation tangentielles avec une très longue durée de vie. Les buses sont disponibles en version à bride ou filetées.



Protection balistique

Le carbure de silicium est un matériau moderne, en particulier la version SSiCU, utilisé pour la construction de la protection balistique des personnes, véhicules et avions, et cela grâce à sa très grande dureté, résistance mécanique, faible densité spécifique et un prix abordable.

Composants des machines, une fabrication spéciale

Le carbure de silicium trouve son application en génie mécanique, en particulier dans les cas où les matériaux traditionnels deviennent surchargés, leur durée de vie est courte ou il n'est plus impossible de continuer à les utiliser. Par exemple, la corrosion chimique, l'abrasion, les températures élevées ou les contraintes de compression sont les situations dans lesquelles le carbure de silicium dépasse significativement les matériaux d'origine, même à des charges combinées. Les matériaux ROCAR® sont certifiés par la FDA, pour utilisation au contact direct avec les aliments.

Appareils optiques

En raison de sa dilatation thermique négligeable, faible densité et grande rigidité, il est particulièrement avantageux d'utiliser le carbure de silicium ROCAR® pour les structures porteuses et pour les dispositifs optiques très précis.

Technologie thermique

Les matériaux ROCAR® Therm G et F marquent une très haute conductivité thermique, pour cela leur utilisation convient pour la construction des échangeurs de chaleur dans l'industrie chimique, les refroidisseurs et les équipements de chauffage indirect des gaz et des liquides. Les extrémités des brûleurs en carbure de silicium présentent une solution courante pour les fours à gaz. La filière énergétique utilise les extrémités des brûleurs turbulents au charbon qui sont soumis à des températures élevées ainsi qu'à la poussière abrasive de charbon.

Carbure de silicium ROCAR®

Procédé de fabrication



Au fil des ans, nous avons optimisé les procédés de fabrication des matières différentes, afin d'atteindre un haut niveau du standard de la fiabilité.

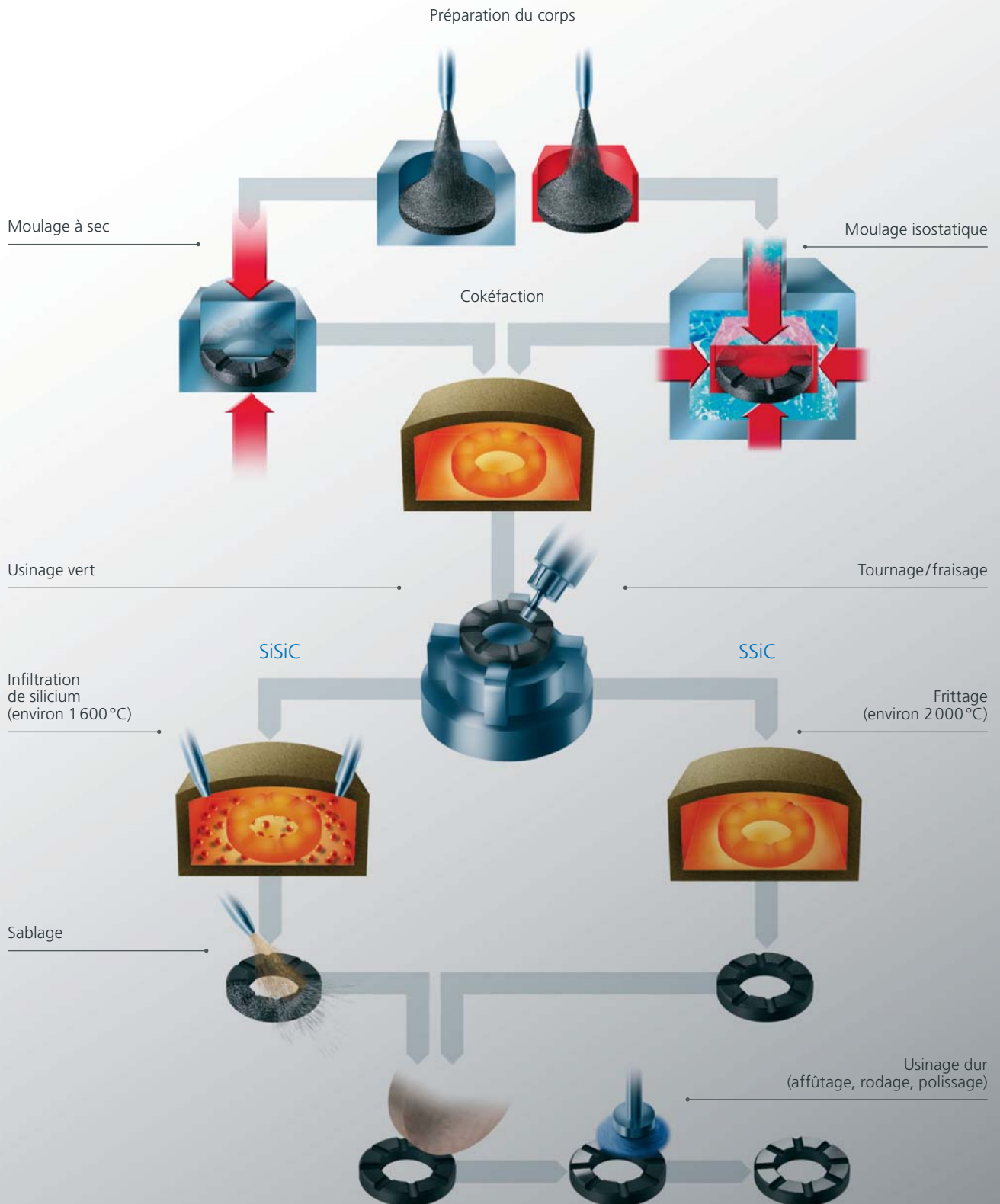
Maîtrisant la technologie de la fabrication, nous sommes en mesure de fabriquer les pièces de SiSiC, avec un diamètre jusqu'à 1000 mm et une longueur de 950 mm. Les composants de SSiC sont limités à un diamètre de 700 mm et une longueur de 700 mm.

Grâce à une collaboration étroite avec nos clients et en gagnant notre expérience, nous atteignons aux résultats optimaux dans la conception des produits et des systèmes. Par conséquent, nous sommes capables de minimaliser les coûts de fabrication dès le début.

Les échantillons et les prototypes sont fabriqués et testés dans notre centre de développement, et ils sont également générés jusqu'à que leur qualité, convenable pour la fabrication en série, soit atteinte.

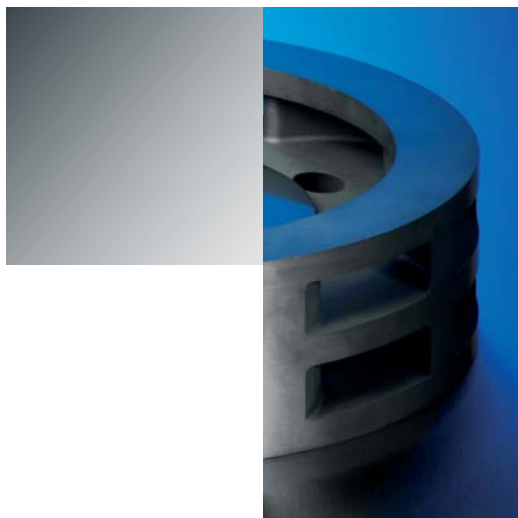
Production en grande série

Production en petite série



Carbure de silicium ROCAR®

Contrôle de qualité

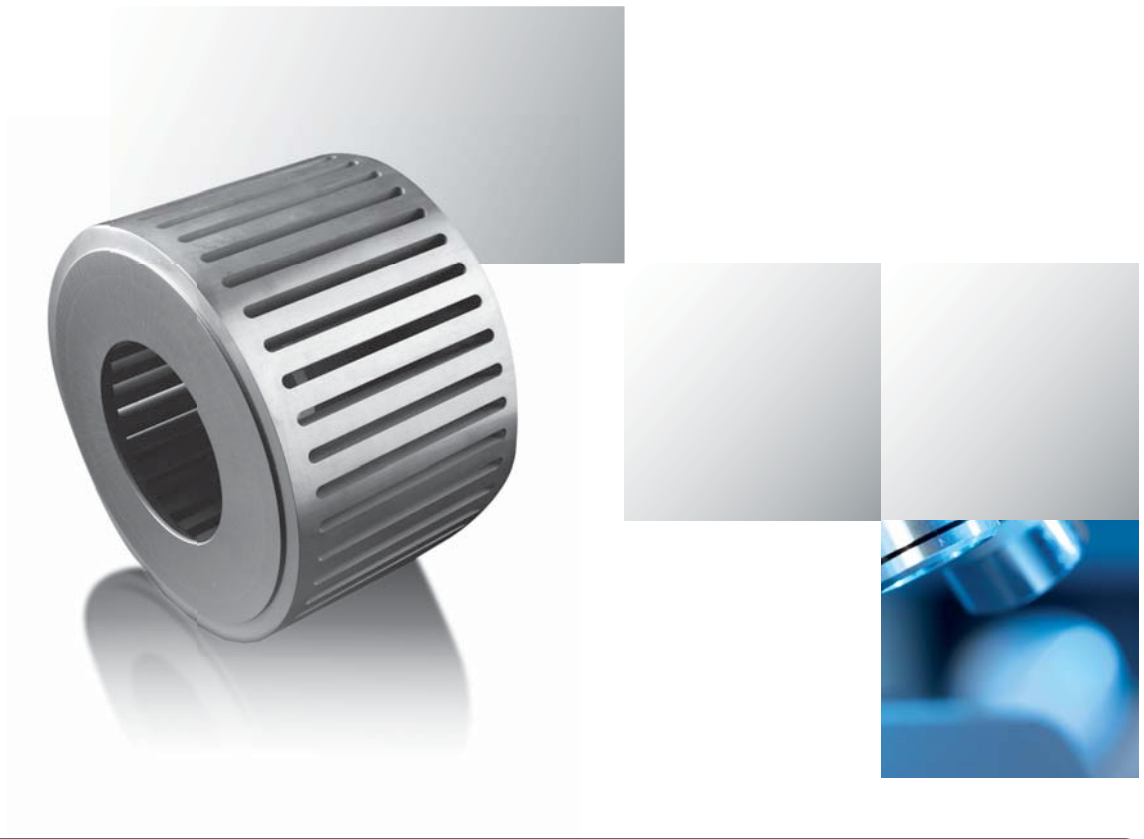


Dans nos laboratoires, nous optimisons en permanence les caractéristiques exceptionnelles de nos matériaux et de leurs applications, ce qui nous aide à améliorer notre avance technologique.

De nos jours, nous disposons de technologies de fabrication et de recherche et développement qui sont avancées et rentables.

En se basant sur le système de management de la qualité ISO 9001 et système de management environnemental ISO 14001, nous utilisons les dernières techniques de gestion d'entreprise.

A l'aide des procédures avancées et les processus de suivi, nous assurons une production de commandes en séries selon les spécifications du client, et cela en maintenant la même précision comme pour la production en petites séries et pour les pièces servant d'échantillons.



Microstructures

ROCAR® SIG



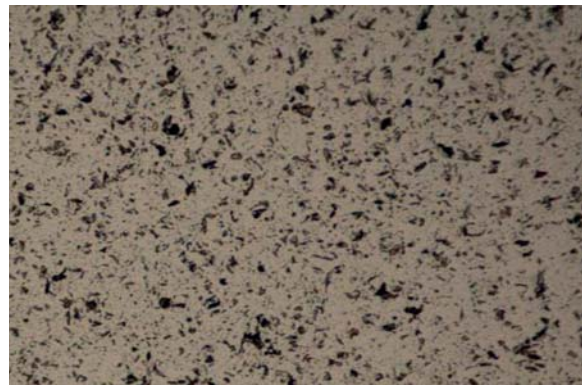
ROCAR® SIF



ROCAR® S1



ROCAR® G5



Carbure de silicium ROCAR®

Excellentes propriétés

Le carbure de silicium est un matériau extrêmement dur qui possède une excellente résistance à la corrosion et une haute résistance thermique.

Grâce à ses excellentes propriétés de glissement et une conductivité thermique élevée, il s'agit d'un matériau tribologique idéal, en particulier approprié pour être utilisé dans les joints dynamiques.

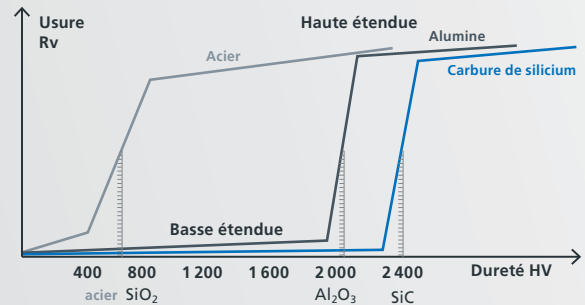
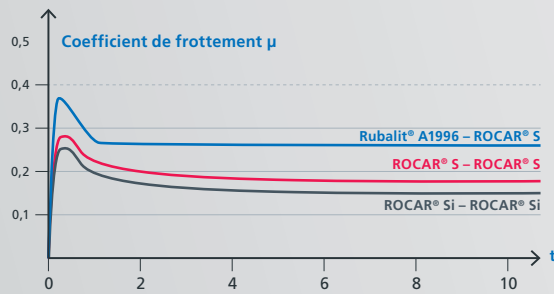
Carbure de silicium	Marque	Matériau	Densité spécifique	Porosité fermée (approx.) ²⁾	Résistance à la flexion à 20 °C	Résistance à la pression	Module de Young	Dureté Vickers HV 0,5	Ténacité à la rupture K _{IC}	Module de Weibull	Constante de Poisson
	Caractéristiques du matériau		Caractéristiques générales		Propriétés mécaniques						
Unités		g/cm ³	Vol. [%]	MPa	MPa	GPa		MPa m ^{1/2}			
Valeurs d'essai		DIN EN 623-2		DIN EN 843-1	DIN 51067T1	DINV ENV 843-2	DINV ENV 843-4	DIN 51109	DINV ENV 843-5	DINV ENV 843-2	
	ROCAR® S1	SSiC	3,15	2	410	3500	430	2300	4,1	> 10	0,17
	ROCAR® G5 avec graphite	SSiC	3,00	2	240	2000	360	2100	2,6	> 10	
	ROCAR® SiG	SiSiC/RBSiC	3,07	0	340	3500	380	mat. deux phases ¹⁾	4	> 14	0,17
	ROCAR® SiF	SiSiC/RBSiC	3,07	0	350	3500	395	mat. deux phases ¹⁾	4	> 14	0,17
	ROCAR® Therm G	SiSiC/RBSiC	3,07	0	340	3500	380	mat. deux phases ¹⁾	4	> 14	0,17
	ROCAR® Therm F	SiSiC/RBSiC	3,07	0	350	3500	395	mat. deux phases ¹⁾	4	> 14	0,17

¹⁾ HV 0,2 1200 (Si)/2700 (SiC)

²⁾ Aucun de ces matériaux n'a une porosité ouverte (absorption d'eau est de 0 %).

↓ Les conditions tribologiques dans un système disque/disque: comparaison des paires en divers matériaux

↓ L'usure – une relation entre les zones basse / haute: une comparaison des matériaux différents



SSiC

SSiC est résistant à tous les produits chimiques. Grâce à l'absence complète de silicium métallique dans sa structure, il peut être utilisé à des températures élevées jusqu'à 1800 °C, sans altération de sa solidité. Notre nouveau matériau ROCAR® S1 est optimisé pour une production à grande échelle à l'aide de la technique de moulage à sec. Cela assure une forte fiabilité du processus et favorise un abaissement des coûts de production.

SiSiC

Lors de la cuisson, les cavités poreuses d'origine du matériau SiSiC sont remplies par le silicium métallique. La rétraction lors de la cuisson est minimale, de ce fait il est possible de produire les pièces complexes à tolérances étroites. Sa température maximale d'utilisation est de 1350 °C. Cependant, ce matériau n'est pas approprié pour l'utilisation en milieu très alcalins, pour des raisons de sa teneur en silicium métallique.

Conductivité thermique de 20 à 100 °C	Coefficient de dilatation thermique linéaire de 20–200 °C	Coefficient de dilatation thermique linéaire de 20–400 °C	Coefficient de dilatation thermique linéaire de 20–600 °C	Coefficient de dilatation thermique linéaire de 20–1000 °C	Chaleur spécifique Cp 20–100 °C	Chaleur spécifique à 1000 °C	Résistivité à 20 °C	Résistivité 400 °C	Résistivité 800 °C	Température maximale d'utilisation en atmosphère oxydante	Température maximale d'utilisation en atmosphère réductrice ou inerte	Code matériau CeramTec CZ
Propriétés thermiques et électriques												
W/mK	10 ⁻⁶ K ⁻¹	10 ⁻⁶ K ⁻¹	10 ⁻⁶ K ⁻¹	10 ⁻⁶ K ⁻¹	KJ/kgK	KJ/kgK	Ω cm	Ω cm	Ω cm	°C	°C	
DIN EN 821-2	DIN EN 821-1	DIN EN 821-1	DIN EN 821-1	DIN EN 821-1	DINV ENV 821-3	DINV ENV 821-3	IEC 672-1	IEC 672-1	IEC 672-1			
115	3	3,6	4,1	4,6	0,6		1,10 exp ³	< 10		1500	1800	333
104	4,1	4,4	4,5	4,9	0,7					1500	1800	350
115	3,4	4,1	4,4	4,9	0,7	1,3	< 1	0,024	0,034	1350	1350	678
120	3,8	4,3	4,5	4,9	0,7	1,3	< 1	0,035	0,055	1350	1350	780
180	3,9	4,2	4,3	4,7	0,8		0,018	0,027	0,037	1350	1350	685
190	4,1	4,3	4,4	4,8	0,8		0,055	0,062	0,053	1350	1350	785

Valeurs et caractéristiques de matériaux céramiques:

Pour la présentation de divers matériaux sont utilisées des valeurs de référence. La structure cristalline de ces matériaux, les écarts statistiques dans la composition et l'influence des processus de fabrication peuvent entraîner des changements des paramètres, de ce fait, les valeurs citées ci-dessus ne sont qu'à titre indicatif, étant les utilisées habituellement, et ne peuvent pas être garanties.

Résistance à la corrosion

SiSiC et SSiC

Milieu	Concentration de la solution en %	SiSiC		SSiC	
		20 °C	50 °C	20 °C	50 °C
acétone	concentré	+	+	+	+
chlorure d'aluminium	10	+	+	+	+
acide formique	concentré	+	+	+	+
ammoniaque concentrée	concentré	+	(+)	+	+
chlorure d'ammonium	25	+	+	+	+
fluorure d'ammonium	20	(+)	0	+	+
nitrate d'ammonium	50	+	+	+	+
benzène	concentré	+	+	+	+
acide borique	solution saturée froide	+	+	+	+
oxyde de calcium	solution saturée froide	+	+	+	+
acide citrique	50	+	+	+	+
acide chromosulfurique	concentré	+	+	+	+
chlorure ferrique	45	+	+	+	+
sulfate ferreux	25	+	+	+	+
acide acétique froid	concentré	+	+	+	+
éthanol	concentré	+	+	+	+
acétate d'éthyle	concentré	+	+	+	+
acide fluorhydrique	concentré. 40	(+)	0	+	+
acide fluorhydrique + acide nitrique	concentré, 3:1	0	0	+	(+)
urée	solution saturée froide	+	+	+	+
potasse caustique	30	0	0	+	(+)
potasse caustique	20	(+)	0	+	0
chlorure de potassium	solution saturée froide	+	+	+	+
chromate de potassium	35	+	+	+	+
nitrate de potassium	20	+	+	+	+
permanganate de potassium	5	+	+	+	+
HNO ₃ + 3 HCl, eau régale	concentré, 3:1	+	+	+	+
chlorure de cuivre	40	+	+	+	+
sulfate de cuivre	20	+	+	+	+
hydroxyde de lithium	10	+	(+)	+	+
sulfate de magnésium	4	+	+	+	+
méthanol	concentré	+	+	+	+



Milieu	Concentration de la solution en %	SiSiC		SSiC	
		20 °C	50 °C	20 °C	50 °C
acide concentré mélangé	concentré, 1:1	+	+	+	+
carbonate de sodium	15	+	+	+	+
NaCl froid	solution saturée froide	+	+	+	+
fluorure de sodium	4	+	(+)	+	+
hypochlorite de sodium	12,5 % de Cl libre	+	+	+	+
tétraborate de sodium	20	+	+	+	+
peroxyde de sodium	10	+	+	+	+
phosphate de sodium	10	+	+	+	+
sulfure de sodium	50	+	+	+	+
thiosulfate de sodium	40	+	+	+	+
soude caustique	10	(+)	0	+	(+)
soude caustique	30	0	0	+	0
acide oléique	concentré	+	+	+	+
acide oxalique	solution saturée froide	+	+	+	+
acide phosphorique	concentré, 85	+	+	+	+
acide phtalique	solution alcoolique	+	+	+	+
acide propionique	concentré	+	+	+	+
nitrate de mercure	10	+	+	+	+
acide nitrique	concentré, 65	+	+	+	+
acide chlorhydrique	concentré, 36	+	+	+	+
acide sulfurique, oléum	30, SO ₃ libre	+	+	+	+
acide sulfurique	concentré, 98	+	+	+	+
acide sulfurique	50	+	+	+	+
acide sulfureux	SO ₂ libre 5–6	+	+	+	+
nitrate d'argent	10	+	+	+	+
perchloroéthylène	concentré	+	+	+	+
tétrachlorure de carbone	concentré	+	+	+	+
acide tétrafluoroborique	concentré	(+)	(+)	+	+
peroxyde d'hydrogène	30	+	+	+	+
acide tartrique	10	+	+	+	+
chlorure de zinc	60	+	+	+	+

+ = aucune corrosion (+) = corrosion possible 0 = corrosion est produite

CeramTec International

Germany

CeramTec GmbH
CeramTec Group Headquarters

CeramTec-Platz 1–9
73207 Plochingen
Germany
Phone +49 7153 611–0
Fax +49 7153 25421
E-mail info@ceramtec.de
Website www.ceramtec.com

France

CeramTec GmbH
Bureau de Représentation en France

21, rue Clément Marot
75008 Paris
France
Phone +33 (0) 1 30 90 00 80
Fax +33 (0) 1 30 90 00 23
E-mail a.hainin@ceramtec.de
Website www.ceramtec.fr
www.ceramtec.com

Great Britain

CeramTec UK Ltd.
CeramTec Subsidiary

Sidmouth Road Colyton
Devon EX24 6JP
United Kingdom
Phone +44 1297 552707
Fax +44 1297 553325
E-mail sales@ceramtec.co.uk
Website www.ceramtec.co.uk

Italy

CeramTec Commerciale Italiana
CeramTec Subsidiary

Via Campagnola, 40
24126 Bergamo
Italy
Phone +39 035 322382
Fax +39 035 4243200
E-mail info@ceramtec.it
Website www.ceramtec.it

Scandinavia

CeramTec Scandinavia
CeramTec Office
Klippan 1J
41451 Göteborg
Sweden
Phone +46 31 124800
Fax +46 31 124803
E-mail a.hedlund@ceramtec.se
Website www.ceramtec.se

Spain and Portugal

CeramTec Ibérica,
Innovative Ceramic Engineering, S.L.
CeramTec Subsidiary

Santa Marta, 23–25
08340 Vilassar de Mar (Barcelona)
Spain
Phone +34 93 7506560
Fax +34 93 7501812
E-mail info@ceramtec.es
Website www.ceramtec.es

USA

CeramTec North America Corp.
CeramTec Subsidiary,
American Headquarters

One Technology Place
Laurens, SC 29360
United States of America
Phone +1 864 682–3215
Fax +1 864 682–1140
E-mail sales@ceramtec.com
Website www.ceramtec.us

Russia

CeramTec Russia

1. Novokuznetsky per. 5/7–37
115184, Moscow
Russia
Phone +7 495 5439308
Fax +7 495 5439309
E-mail info@ceramtec.ru
Website www.ceramtec.ru

China

CeramTec Suzhou Ltd.
CeramTec Subsidiary

428 Zhongnan Street
Suzhou Industrial Park
215026 Suzhou
People's Republic of China

Phone +86 512 62740788
Fax +86 512 62749190
E-mail nicole.nee@ceramtec.com.cn
Website www.ceramtec.cn

Malaysia

CeramTec Innovative
Ceramic Engineering, (M) Sdn. Bhd.
CeramTec Subsidiary

Lot 17 & 18, Lorong Bunga Tanjung 3/1
Senawang Industrial Park
Negeri Sembilan
70400 Seremban
Malaysia
Phone +60 6 6779300
Fax +60 6 6779388
E-mail sales@ceramtec.com.my
Website www.ceramtec.my

India

CeramTec India Innovative Ceramic
Engineering Pvt. Ltd.

506, Gera Imperium 2
EDC Patto Plaza
Panaji – Goa – 403 001
India
Phone +91 832 2970050
E-mail info@ceramtec.in
Website www.ceramtec.in

Korea

CeramTec Korea Ltd.,
Innovative Ceramic Engineering

105–15, ShinWon-ro, Yeongtong-gu
Suwon City, 443–390
Korea
Phone +82 31 2040663
Fax +82 31 2040665
Website www.ceramtec.kr

CeramTec Czech Republic, s.r.o.
Žerotínova 62
787 01 Šumperk
République tchèque

Phone +420 583 369 111
Fax +420 583 369 190
E-mail ceramtec@ceramtec.cz

www.ceramtec.cz