

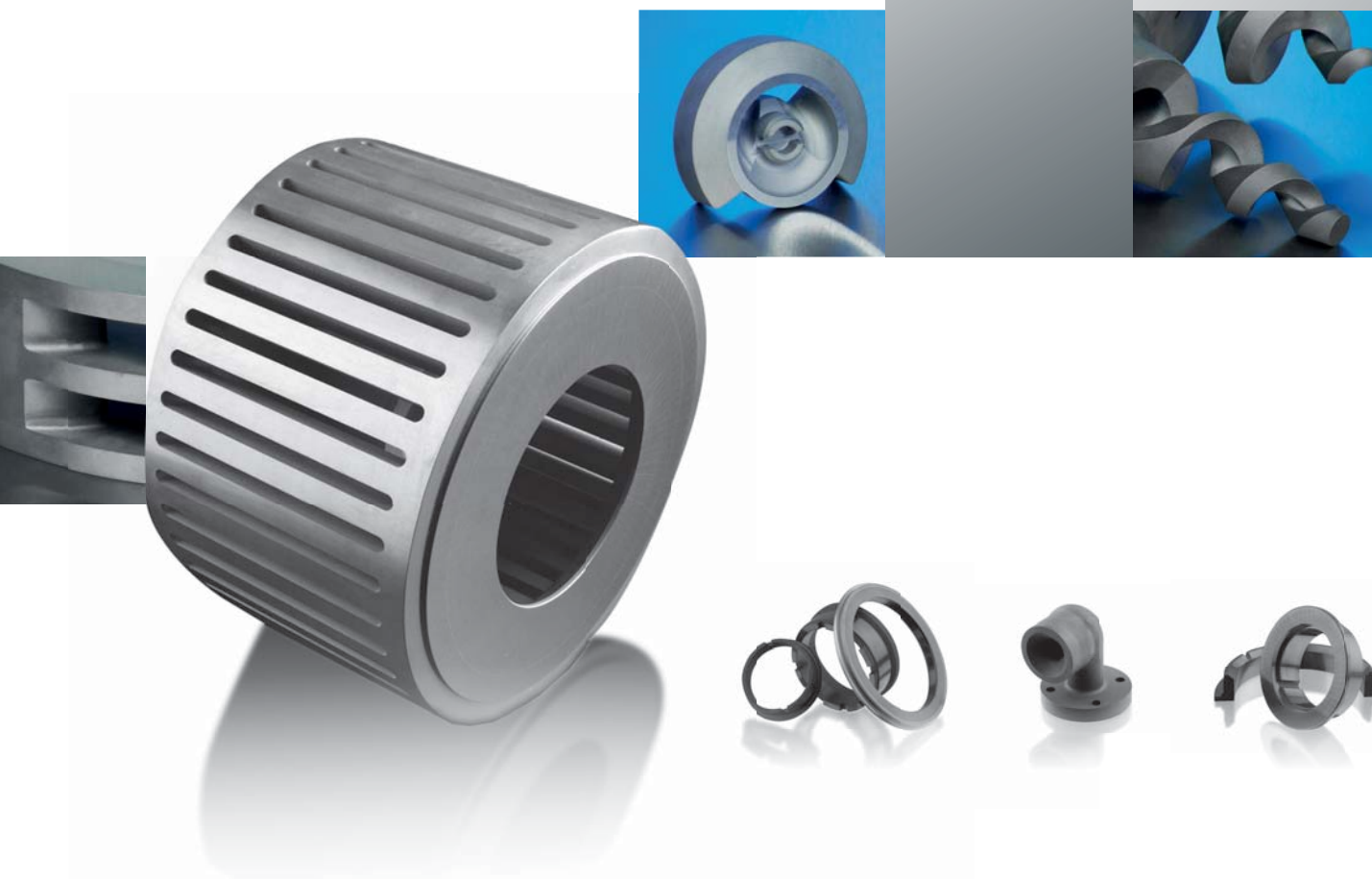
# ROCAR®

## Karbid křemíku

Speciální materiály  
pro stroje a zařízení

## CeramTec Czech Republic, s.r.o.

Expert na ROCAR® –  
vyspělou keramiku  
na bázi karbidu křemíku



Výroba ve společnosti CeramTec Czech Republic, s.r.o. byla zahájena v roce 1994, kdy mateřská firma CeramTec přesunula výrobu technické keramiky na bázi karbidu křemíku (SiC) z německého Selbu do Šumperku.

Pár let nato byla výroba rozšířena o druhou výrobní linii pro dokončování těsnících destiček pro sanitární techniku, která představuje v současnosti jednu z největších výrobních kapacit ve svém oboru. Těžiště výroby spočívá v broušení, leštění a výstupní kontrole destiček z oxidu hlinitého  $Al_2O_3$ .



V současnosti patří šumperský závod se svými více než třemi sty zaměstnanci k největším zahraničním závodům německé skupiny CeramTec a je jediným závodem specializovaným na zakázkovou výrobu z vyspělého karbidu křemíku pod obchodní značkou **ROCAR®**.



CeramTec – výrobce a dodavatel s celosvětovou působností



**AMERIKA**

USA  
Brazílie  
Mexiko

**EVROPA**


Německo  
Francie  
Velká Británie  
Itálie  
Polsko  
Rusko  
Skandinávie  
Španělsko  
Česká republika

**ASIE**

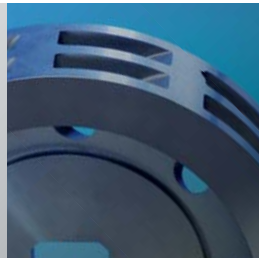
Čína  
Korea  
Malajsie  
Indie

# Karbid křemíku ROCAR®

## Materiál pro speciální aplikace



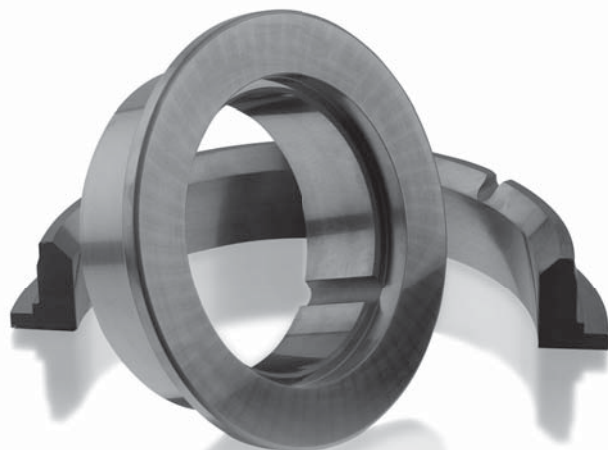
Karbid křemíku patří do skupiny neoxidových keramických materiálů a je jedním z nejtvrděších průmyslově vyráběných materiálů.



Svou mimořádnou tvrdost získal díky kovalentní vazbě mezi atomy křemíku a uhlíku. Tato silná vazba způsobuje také jeho vysoký modul pružnosti a mimořádně nízkou tepelnou roztažnost.

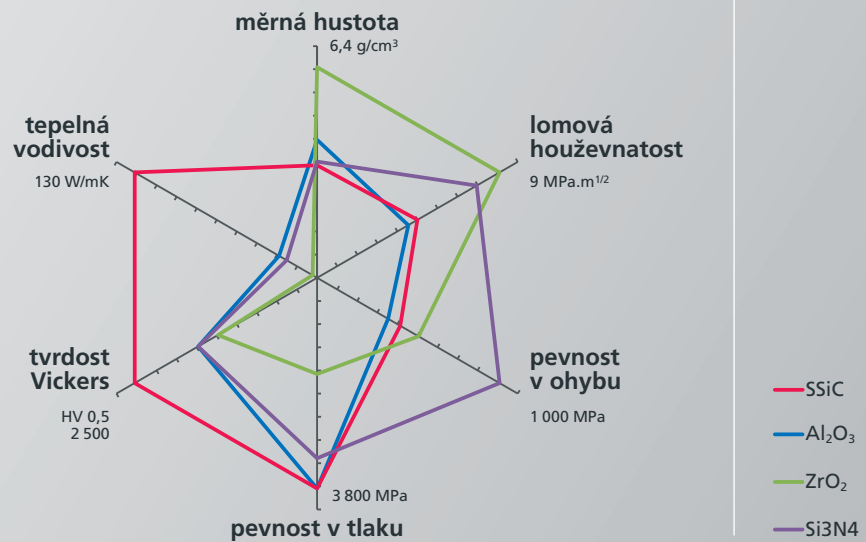
Karbid křemíku má také velmi vysokou tepelnou vodivost a pevnost, téměř konstantní v širokém rozsahu teplot.

Z hlediska elektrických vlastností patří karbid křemíku mezi skupinu polovodivých materiálů.



### Specifické vlastnosti karbidu křemíku

- Vysoká tepelná odolnost 1350/1800 °C.
- Korozní odolnost.
- Velmi vysoká tvrdost.
- Vysoká pevnost v celém rozsahu teplot (od -270 °C do +1800 °C).
- Vynikající tepelná vodivost.
- Nízká tepelná roztažnost.
- Nízká měrná hustota.



### Křemíkem infiltrovaný karbid křemíku RBSiC/SiC

V tomto materiálu jsou pórovité dutiny původní maticové struktury SiC vyplněny kovovým křemíkem během tzv. infiltračního výpalu. Při něm dojde také k vytvoření sekundárního SiC a materiál tím získá vynikající mechanické vlastnosti a odolnost vůči opotřebení.

Díky minimálnímu smrštění při výpalu je možné jej využít pro výrobu velkých a složitých součástí při dosažení úzkých tolerancí. Obsah křemíku ovšem omezuje maximální pracovní teplotu na 1 350 °C a také chemická odolnost je omezena přibližně do pH 10.

#### Materiálové varianty:

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

### Slinutý karbid křemíku SSiC

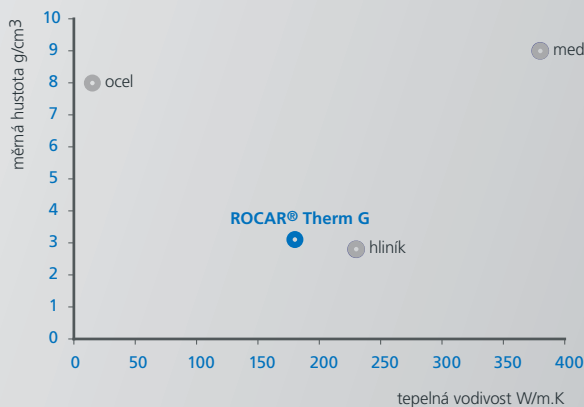
Slinutý karbid křemíku vznikne spečením předlisovaného velmi jemného granulátu SiC při teplotě přes 2 000 °C, kdy dojde k vytvoření velmi silných sinterovacích vazeb mezi zrny materiálu.

Nejprve dojde ke zhuštění mřížky, poté ke snížení pórovitosti a nakonec k sinterovací vazbě mezi zrny SiC. Při tomto typu výpalu dojde k výraznému smrštění výrobku o cca 20 %.

Výsledný materiál je jednofázový s vyšší pevností, teplotní a chemickou odolností než SiSiC.

#### Materiálové varianty:

ROCAR® S1,  
ROCAR® G5



materiál	tepelná vodivost W/mK	měrná hustota g/cm <sup>3</sup>
ROCAR® Therm G	180	3,1
ocel	15	8
slitiny hliníku	230	2,8
měď	380	9

# Karbid křemíku ROCAR®

## Materiál pro náročné aplikace

Karbid křemíku ROCAR® nalézá díky svým vyváženým vlastnostem široké využití v mnoha oborech průmyslu, energetiky, ochrany životního prostředí, potravinářství, farmacie nebo balistické ochraně techniky a osob.



Měřicí kolo pro měření parametrů spalin



Trubice a části armatur pro agresivní média nebo spaliny



Spirálová tryska s přírubou pro abrazivní kapaliny

### Kluzné kroužky mechanických ucpávek

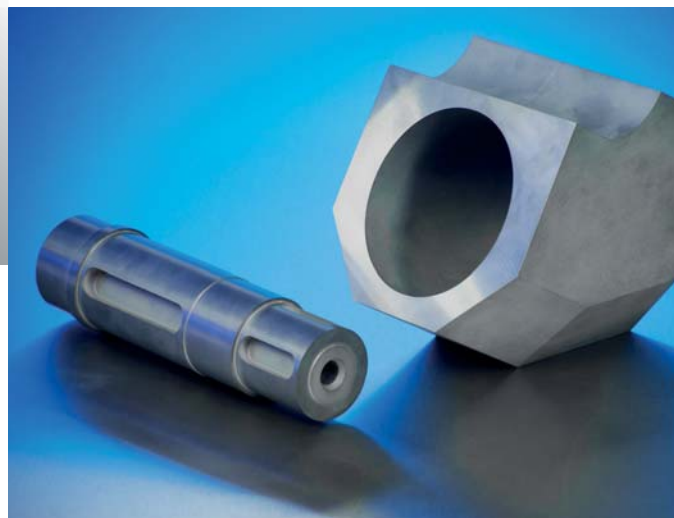
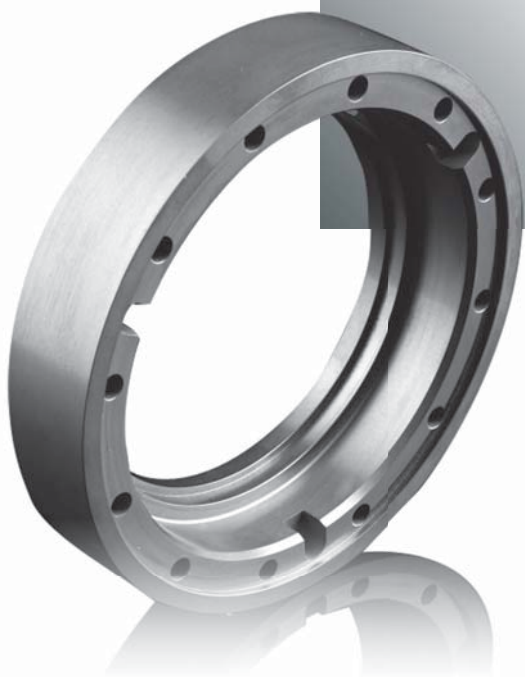
Karbid křemíku je díky vynikajícím vlastnostem výchozí materiál pro tribologické aplikace. Specializujeme se na výrobu kluzných kroužků pro nejnáročnější aplikace – kompresorová těsnění, plynová těsnění, pro vodní turbíny, pro lodní pohony (klasické i tryskové) a další vysoce speciální typy kluzných kroužků. Světovým unikátem jsou ROCAR® monolitické kroužky pro těsnění lodních hřídelů s průměrem přes 1000mm.

### Kluzná ložiska

Pro vysoce abrazivní nebo chemicky agresivní média je řešení axiálních a radiálních kluzných ložisek čerpadel z materiálu ROCAR® výhodným řešením a často také jediným možným. Obzvláště výhodné je využití materiálu ROCAR® G5 obsahujícího grafit, který zlepšuje kluzné vlastnosti a odolnost ložiska v režimech s nedostatečným mazáním a výrazně snižuje třecí síly při rozběhu čerpadla.

### Trysky

Díky výborné chemické odolnosti a odolnosti proti abrazi jsou do náročných provozních podmínek v chemickém průmyslu nebo energetice používány trysky z materiálu ROCAR® SiG nebo ROCAR® S1. V odsířovacích jednotkách uhelných elektráren jsou standardně instalovány výkonné spirálové nebo tangenciální rozprašovací trysky s velmi dlouhou životností. Trysky jsou dodávány v přírubové nebo závitové verzi.



### Balistická ochrana

Velmi vysoká tvrdost, mechanická pevnost, nízká měrná hustota a dostupná cena řadí karbid křemíku, zejména ve verzi SSiC, mezi moderní materiály používané pro konstrukci balistické ochrany osob, vozidel a letadel.

### Části strojů, speciální výroba

Ve strojírenství nalézá karbid křemíku uplatnění v případech, kdy klasické materiály jsou přetíženy, mají krátkou životnost nebo je není možno vůbec použít – např. chemická koroze, abraze, vysoké teploty nebo tlakové namáhání – to jsou situace, kdy karbid křemíku výrazně překonává původní materiály i při kombinovaném zatížení. Materiály ROCAR® jsou certifikovány FDA pro přímý styk s potravinami.

### Optické přístroje

Pro nosné konstrukce velmi přesných optických zařízení je výhodné využít karbid křemíku ROCAR® díky jeho zanedbatelné teplotní roztažnosti, nízké měrné hmotnosti a vysoké tuhosti.

### Tepelná technika

S velmi vysokou tepelnou vodivostí jsou materiály ROCAR® Therm G a F vhodné pro konstrukci tepelných výměníků v chemickém průmyslu, chladičů i zařízení pro nepřímý ohřev plynů i kapalin. Koncovky hořáků z karbidu křemíku jsou oblíbeným řešením u plynových pecí. V energetice jsou využívány zaviřovací koncovky uhelných hořáků, které jsou namáhány jak vysokou teplotou, tak abrazivním uhelným prachem.

# Karbid křemíku ROCAR®

## Výrobní proces



Během let jsme optimalizovali výrobní procesy pro různé materiály a bylo dosaženo vysokého standardu spolehlivosti.

Díky zvládnutí výrobních technologií jsme schopni vyrábět součásti z SiC až do průměru 1 000 mm a délky 950 mm. SiC součásti jsou omezeny na průměr 700 mm a délku 700 mm.

Dosahujeme optimálních výsledků v návrhu výrobků a systémů díky úzké spolupráci s našimi zákazníky a využitím našich zkušeností. V důsledku toho můžeme od počátku minimalizovat výrobní náklady.

Zkušební vzorky a prototypy jsou vyráběny a zkoušeny na našem vývojovém pracovišti a vyvíjeny až do sériové zralosti.



Velkosériová výroba

Malosériová (kusová) výroba

PŘÍPRAVA TĚLESA

LISOVÁNÍ ZA SUCHA

IZOSTATICKÉ LISOVÁNÍ

ZKOKOVÁNÍ

ZELENÉ OBRÁBĚNÍ

SOUSTRUŽENÍ/FRÉZOVÁNÍ

INFILTRACE  
KŘEMÍKEM  
(ca. 1600°C)

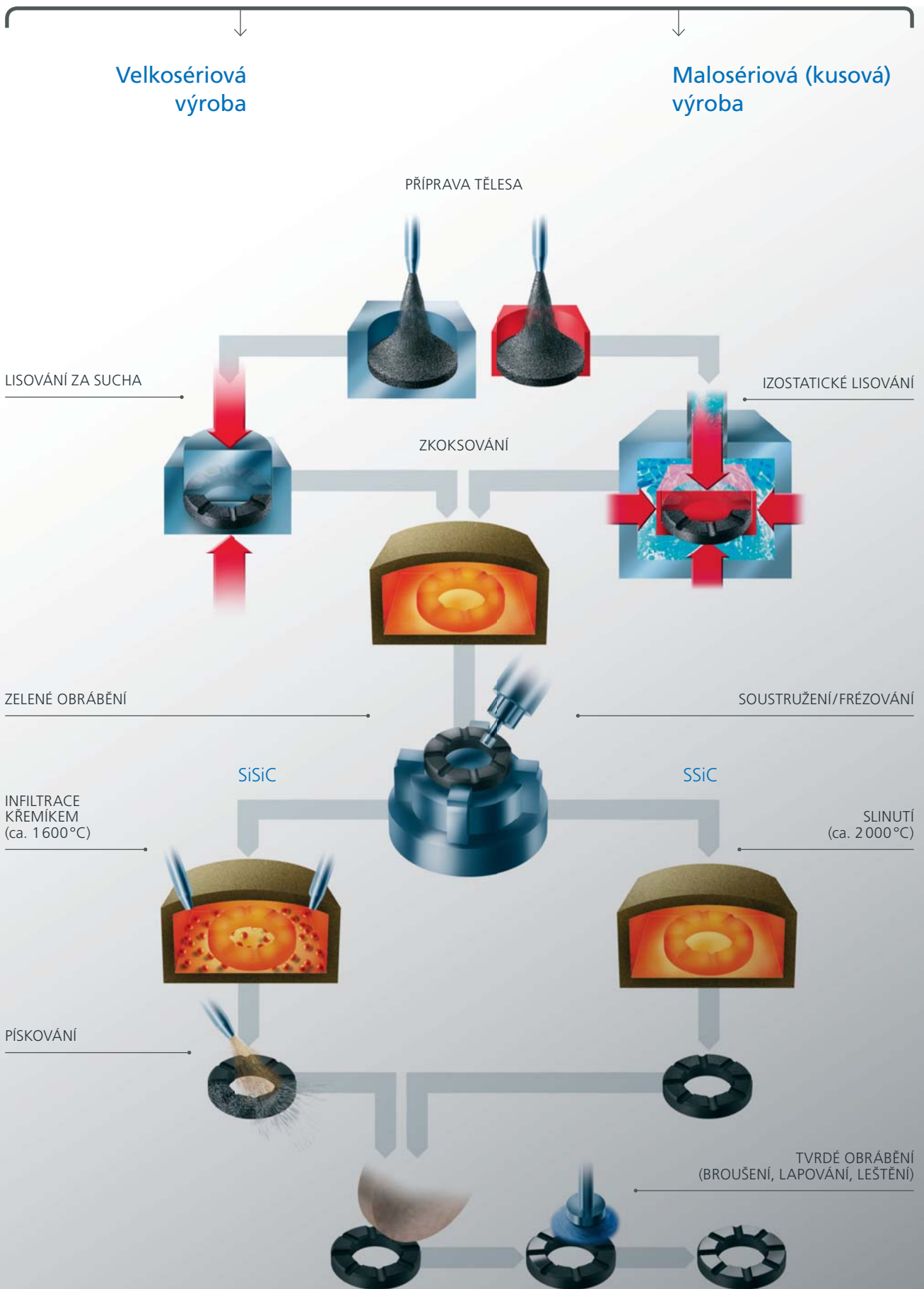
SiSiC

SSiC

SLINUTÍ  
(ca. 2000°C)

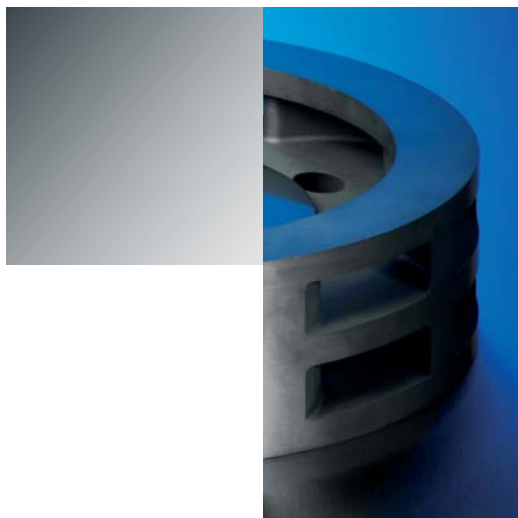
PÍSKOVÁNÍ

TVRDÉ OBRÁBĚNÍ  
(BROUŠENÍ, LAPOVÁNÍ, LEŠTĚNÍ)



# Karbid křemíku ROCAR®

Řízená kvalita

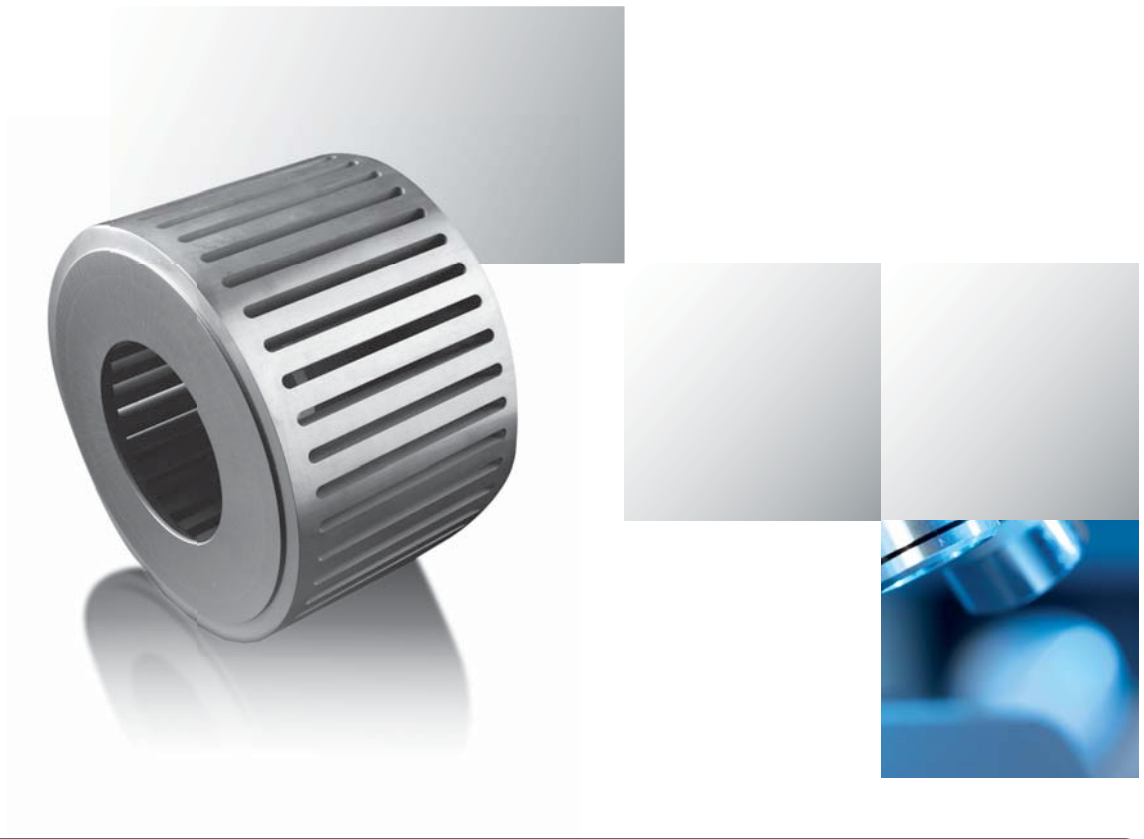


Vynikající charakteristiky našich materiálů a jejich aplikace jsou nepřetržitě optimalizovány v našich laboratořích, čímž zvyšují náš technologický náskok.

Dnes máme k dispozici vyspělé, nákladově účelné, vývojové a výrobní technologie.

Na základě systému jakosti ISO 9001 a ochrany životního prostředí dle ISO 14001 používáme nejmodernější techniky řízení podniku.

Pomocí vyspělých procesů a sledovaných postupů vyrábíme sériové zakázky dle zákaznické specifikace se stejnou přesností jako malosériovou výrobu a vzorové díly.



## Mikrostruktur

ROCAR® SIG



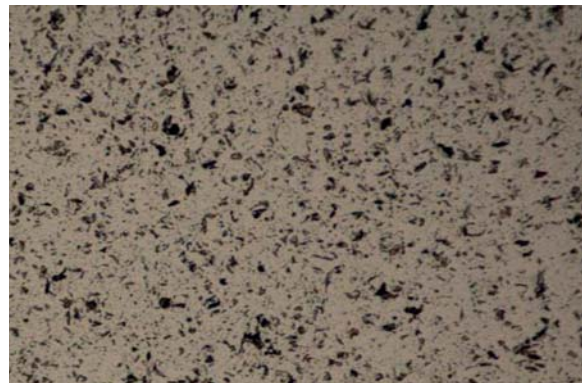
ROCAR® SIF



ROCAR® S1



ROCAR® G5



# Karbid křemíku ROCAR®

## Vynikající vlastnosti

Karbid křemíku je mimořádně tvrdý a vykazuje vynikající korozní a tepelnou odolnost.

Jeho výborné kluzné vlastnosti a vysoká tepelná vodivost jej činí ideálním tribologickým materiálem, zejména pro dynamická těsnění.

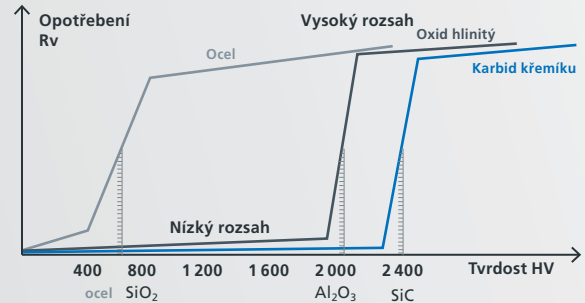
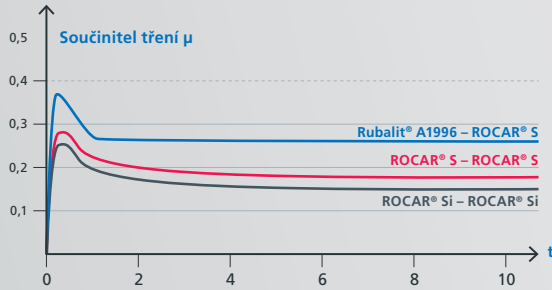
Značka	Materiál	Měrná hustota	Uzavřená porézita (přibližně) <sup>2)</sup>	Pevnost v ohybu při 20 °C	Pevnost v tlaku	Youngův modul pružnosti	Tvrdost Vickers HV 0,5	Lomová houževnatost K <sub>IC</sub>	Weibullův modul	Poissonova konstanta	
Materiálové charakteristiky		Obecné vlastnosti		Mechanické vlastnosti							
Jednotky		g/cm <sup>3</sup>	Vol. [%]	MPa	MPa	GPa		MPa m <sup>1/2</sup>			
Zkušební hodnoty		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	
Karbid křemíku	ROCAR® S1	SiC	3,15	2	410	3500	430	2300	4,1	> 10	0,17
	ROCAR® G5 s grafitem	SiC	3,00	2	240	2000	360	2100	2,6	> 10	
	ROCAR® SiG	SiSiC/RBSiC	3,07	0	340	3500	380	dvoufázový mat. <sup>1)</sup>	4	> 14	0,17
	ROCAR® SiF	SiSiC/RBSiC	3,07	0	350	3500	395	dvoufázový mat. <sup>1)</sup>	4	> 14	0,17
	ROCAR® Therm G	SiSiC/RBSiC	3,07	0	340	3500	380	dvoufázový mat. <sup>1)</sup>	4	> 14	0,17
	ROCAR® Therm F	SiSiC/RBSiC	3,07	0	350	3500	395	dvoufázový mat. <sup>1)</sup>	4	> 14	0,17

<sup>1)</sup> HV 0,2 1200 (Si)/2700 (SiC)

<sup>2)</sup> žádný z materiálů nemá otevřenou porézitu (absorpce vody 0 %)

↓ Tribologické podmínky v systému kotouč/kotouč: porovnání párů z různých materiálů

↓ Opatření – vztah nízké/vysoké pásmo: porovnání různých materiálů



## SSiC

SSiC je odolný vůči všem chemickým médiím. Protože není ve struktuře přítomen žádný kovový křemík, lze jej použít při teplotách do 1800 °C bez zhoršení pevnosti. Náš nový ROCAR® S1 je optimalizován pro velkosériovou produkci využitím suchého lisování, což způsobuje vysokou procesní spolehlivost spojenou s nižšími výrobními náklady.

## SiSiC

U SiSiC jsou původně pórovité dutiny vyplněny při výpalu kovovým křemíkem. Protože je smršťení během výpalu minimální, lze vyrábět složité součásti s úzkými tolerancemi. Jeho maximální teplota použití je 1350 °C. Nicméně není vhodný pro použití ve vysoce zásaditých médiích vzhledem k obsahu kovového křemíku.

Tepelná vodivost při 20–100 °C	Koeficient lineární tepelné roztažnosti 20–200 °C	Koeficient lineární tepelné roztažnosti 20–400 °C	Koeficient lineární tepelné roztažnosti 20–600 °C	Koeficient lineární tepelné roztažnosti 20–1000 °C	Měrné teplo Cp 20–100 °C	Měrné teplo Cp 1000 °C	Měrný odpor 20 °C	Měrný odpor 400 °C	Měrný odpor 800 °C	Maximální teplota použití v oxidační atmosféře	Maximální teplota použití v redukční nebo inertní atmosféře	Kód materiálu CeramTec CZ
<b>Teplotní a elektrické vlastnosti</b>												
W/mK	10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	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	DIN EN 821-3	DIN EN 821-3	IEC 672-1	IEC 672-1	IEC 672-1			
115	3	3,6	4,1	4,6	0,6		1,10 <sup>3</sup>	< 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

### Hodnoty a vlastnosti keramických materiálů:

Pro představení jednotlivých materiálů jsou použity typické hodnoty. Krystalická struktura těchto materiálů, statistické odchylky ve složení a vliv výrobních procesů mohou způsobit změny parametrů a tedy výše uvedené hodnoty jsou jen informativní, obvyklé hodnoty a nelze je garantovat.

# Korozní odolnost

## SiSiC a SSiC

Médium	Koncentrace roztoku v %	SiSiC		SSiC	
		20 °C	50 °C	20 °C	50 °C
aceton	koncentrovaný	+	+	+	+
chlorid hlinitý	10	+	+	+	+
kyselina mravenčí	koncentrovaný	+	+	+	+
čpavek	koncentrovaný	+	(+)	+	+
chlorid amonný	25	+	+	+	+
fluorid amonný	20	(+)	0	+	+
dusičnan amonný	50	+	+	+	+
benzen	koncentrovaný	+	+	+	+
kyselina boritá	studený nas. roztok	+	+	+	+
kysličník vápenatý	studený nas. roztok	+	+	+	+
kyselina citronová	50	+	+	+	+
kyselina chromsírová	koncentrovaný	+	+	+	+
chlorid železitý	45	+	+	+	+
síran železnatý	25	+	+	+	+
ledová kyselina octová	koncentrovaný	+	+	+	+
etanol	koncentrovaný	+	+	+	+
etylacetát	koncentrovaný	+	+	+	+
kyselina fluorovodíková	koncentrovaný, 40	(+)	0	+	+
k. fluorovodíková + k. dusičná	koncentrovaný, 3:1	0	0	+	(+)
močovina	studený nas. roztok	+	+	+	+
louh draselný	30	0	0	+	(+)
louh draselný	20	(+)	0	+	0
chlorid draselný	studený nas. roztok	+	+	+	+
chroman draselný	35	+	+	+	+
dusičnan draselný	20	+	+	+	+
manganistan draselný	5	+	+	+	+
lučavka královská	koncentrovaný, 3:1	+	+	+	+
chlorid měďnatý	40	+	+	+	+
síran měďnatý	20	+	+	+	+
hydroxid lithný	10	+	(+)	+	+
síran horečnatý	4	+	+	+	+
metanol	koncentrovaný	+	+	+	+



Médium	Koncentrace roztoku v %	SiSiC		SSiC	
		20 °C	50 °C	20 °C	50 °C
směsná kyselina	koncentrovaný, 1:1	+	+	+	+
uhličitan sodný	15	+	+	+	+
chlorid sodný	studený nas. roztok	+	+	+	+
fluorid sodný	4	+	(+)	+	+
chlornan sodný	12,5 % volného Cl	+	+	+	+
tetraboritan sodný	20	+	+	+	+
peroxid sodný	10	+	+	+	+
fosforečnan sodný	10	+	+	+	+
sírník sodný	50	+	+	+	+
thiosíran sodný	40	+	+	+	+
louh sodný	10	(+)	0	+	(+)
louh sodný	30	0	0	+	0
kyselina olejová	koncentrovaný	+	+	+	+
kyselina šťavelová	studený nas. roztok	+	+	+	+
kyselina fosforečná	koncentrovaný, 85	+	+	+	+
kyselina ftalová	alkoholický roztok	+	+	+	+
kyselina propioniová	koncentrovaný	+	+	+	+
dusičnan rtuťnatý	10	+	+	+	+
kyselina dusičná	koncentrovaný, 65	+	+	+	+
kyselina solná	koncentrovaný, 36	+	+	+	+
kyselina sírová, oleum	30 volný SO <sub>3</sub>	+	+	+	+
kyselina sírová	koncentrovaný, 98	+	+	+	+
kyselina sírová	50	+	+	+	+
kyselina siřičitá	5–6 volný SO <sub>2</sub>	+	+	+	+
dusičnan stříbrný	10	+	+	+	+
tetrachlorethylen	koncentrovaný	+	+	+	+
chlorid uhličitý	koncentrovaný	+	+	+	+
kyselina tetrafluorboritá	koncentrovaný	(+)	(+)	+	+
peroxid vodíku	30	+	+	+	+
kyselina vinná	10	+	+	+	+
chlorid zinečnatý	60	+	+	+	+

+ = žádná koroze (+) = možná koroze 0 = koroze se vyskytuje

# 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](mailto:info@ceramtec.de)  
Website [www.ceramtec.com](http://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](mailto:a.hainin@ceramtec.de)  
Website [www.ceramtec.fr](http://www.ceramtec.fr)  
[www.ceramtec.com](http://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](mailto:sales@ceramtec.co.uk)  
Website [www.ceramtec.co.uk](http://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](mailto:info@ceramtec.it)  
Website [www.ceramtec.it](http://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](mailto:a.hedlund@ceramtec.se)  
Website [www.ceramtec.se](http://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](mailto:info@ceramtec.es)  
Website [www.ceramtec.es](http://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](mailto:sales@ceramtec.com)  
Website [www.ceramtec.us](http://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](mailto:info@ceramtec.ru)  
Website [www.ceramtec.ru](http://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](mailto:nicole.nee@ceramtec.com.cn)  
Website [www.ceramtec.cn](http://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](mailto:sales@ceramtec.com.my)  
Website [www.ceramtec.my](http://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](mailto:info@ceramtec.in)  
Website [www.ceramtec.in](http://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](http://www.ceramtec.kr)

**CeramTec Czech Republic, s.r.o.**  
Žerotínova 62  
787 01 Šumperk  
Česká republika

Phone +420 583 369 111  
Fax +420 583 369 190  
E-mail [ceramtec@ceramtec.cz](mailto:ceramtec@ceramtec.cz)

[www.ceramtec.cz](http://www.ceramtec.cz)