Instruction Leaflet
Bedienungsanleitung
Hojas de instrucciones
Feuille d'instructions
Foglio d'instruzioni

Macor-Machinable Glass Ceramic (GB)

Macor-maschinell bearbeitbarer Glaskeramikwerkstoff (D)

Macor - Cerámica Vitrificada Mecanizable (E)

Vitrocéramique usinable Macor (F)

Vetroceramica lavorabile Macor (I)

GB RS **Stock No.**

158-3089 to 158-3168, 158-3180 to 158-3203
225-5482 to 225-5511, 225-5533 to 225-5577, 233-4232
233-4254 to 233-4298, 233-4311 to 233-4333, 233-8644

Macor machinable glass ceramic can be machined to make precision components but its machining characteristics are different to metals and plastics. Macor consists of interlocking plate like mica crystals in a glassy matrix. It is these crystals which stop the microscopic fractures at the tool tip from spreading throughout the material so making it machinable in a controlled way. During machining, the tool pulverises and tears the Macor surface producing a fine powder of crystals and glass. The crystals are so small that, when machined, Macor has a good surface finish. When finished, the component is cleaned and used, no further treatment (e.g. firing) is required.

Setting up

Macor machinable glass ceramic is not resilient so, when small or delicate pieces are being machined, make sure the clamping load is uniformally distributed. Use soft jaws, if possible.

Machining

It is well worthwhile taking some time to learn how the material behaves during machining. Try some simple tasks such as drilling, turning and milling and you will see how the material machines. This information gives a basis for good machining practice, but do not be afraid to experiment with tools and speeds to obtain your optimum machining performance. Macor can be machined with high speed steel tools but the use of carbide tools is strongly recommended. Ceramic tip tools are not advised. Always keep tools sharp and check regularly throughout the machining process. If the tool squeaks, if the Macor surface turns greyish through toolware or too much force is needed - then stop and sharpen the tool. As a general rule, machine with slower speeds (keeping the work piece cool) and take smaller depths of cut until you become more confident in machining the material. Remember, you are machining a brittle material so always avoid physical shock. It is normally the requirement to maintain a surface finish which controls machining speeds.

Use coolant generously

Although Macor is a high temperature material, the best machining results are obtained when both the material and tool are kept cool. Water soluble cutting fluids improve the cutting action, trap and wash away the powder during machining and protect machine tools. If the fluid is to be recirculated, the use of a settling pot is recommended. The powder generated during machining is somewhat abrasive so attention must be given to cleanliness and machine maintenance.

Turning

Using carbide tipped tools, suggested turning speeds are around 600rpm for 5 and 10mm diameter rod, reducing to around 400rpm for 25mm diameter rod. Feed rates are 20- 30mm/minute with a depth of cut of 2-4mm for roughing and less than 1mm for finishing.Side and back rack angle, end and side relief angles are to be around 5°.The recommended side cutting edge angle is 15-45° and the nose radius is to be larger than 0.8mm. Thread cutting can also be done at low spindle speeds, a typical cutting depth is 0.025-0.040mm per path.

Milling

Typical head speeds are 1000-1500rpm, with a chip load of 0.05mm per tooth. Depths of cut are as for turning. Climb milling prevents material being pulled off the edge of the Macor.

Drilling

For holes up to about 5mm diameter a spindle speed of 1000-1500rpm and a feed rate of 20-30mm/min has been found to be effective. Relieve the drill flutes constantly, especially for small diameter holes. Check the sharpness of the drill every 25-50 holes. Slow feed is recommended at the start and the finishing of holes. To prevent breakout, use a backing plate or bevel the hole entrance and exit before drilling. It is possible to ultrasonically drill Macor.

Sawing

Use a carbide grit blade with a 30m/min band speed, or a diamond or silicone carbide cut off wheel.

Tapping

Make the clearance hole one size larger than recommended for metal (typically 0.1-0.2mm larger). Chamfer both ends of the hole to prevent chipping. A 4 flute tap is preferred to a 2 flute tap. Run the tap slowly in the same direction (turning the tap back and forth can cause chipping) and flush with water or coolant to remove dust. Wire thread inserts, e.g. Helicoil, can be used with Macor.

Grinding and polishing

Diamond grinding wheels are best although silicon carbide and alumina can be used. Always use water cooling. Polishing is started with a 400 grit silicon carbide prior to using alumina or cerium oxide powders for the final finish.

Design considerations

Macor is a brittle material and, as such, certain design considerations will help achieve the best performance of the material.
If possible and practical:

- Avoid sudden changes in section or thickness.
- Avoid sharp edges, if possible chamfer or round any changes in direction.
- If possible, ensure that the distance between a hole and an edge or second hole is twice the diameter of the hole.
- For thermal applications, try to ensure that wall thicknesses are uniform to reduce thermal expansion strains during heating and cooling.

RS Components shall not be liable for any liability or loss of any nature (howsoever caused and whether or not due to RS Components' negligence) which may result from the use of any information provided in **RS** technical literature.

D RS **Best-Nr.**

158-3089 bis 158-3168, 158-3180 bis 158-3203
225-5482 bis 225-5511, 225-5533 bis 225-5577, 233-4232
233-4254 bis 233-4298, 233-4311 bis 233-4333 & 233-8644

Macor Glaskeramik eignet sich für die maschinelle Herstellung von Präzisionsbauteilen. Das Material weist jedoch andere Verarbeitungseigenschaften auf als Metalle und Kunststoffe. Macor besteht aus ineinander-greifenden plättchenförmigen Glimmerkristallen in einer glasartigen Matrix. Diese Kristalle sind es, die verhindern, daß sich die mikroskopischen Risse an der Werkzeugspitze im Werkstoff ausbreiten, wodurch eine kontrollierte Bearbeitung möglich wird. Bei der Bearbeitung reißt und zerreibt das Werkzeug die Oberfläche des Macor-Materials, wobei ein feines Pulver aus Kristallen und Glas entsteht. Dadurch daß die Kristalle sehr klein sind, ergibt sich eine gute Oberflächenqualität. Das fertig bearbeitete Bauteil erfordert keine Nachbehandlung (z. B. Feuern) und ist nach dem Reinigen sofort gebrauchsfertig.

Einrichten

Macor Glaskeramik ist nicht elastisch. Deshalb ist insbesondere beim Bearbeiten kleiner oder empfindlicher Teile auf eine gleichmäßige Einspannung zu achten. Wenn möglich, weiche Spannbacken benutzen.

Bearbeiten

Es lohnt sich, sich zuerst mit den Verarbeitungseigenschaften des Materials vertraut zu machen. Probieren Sie es mit einigen einfachen Bohr-, Dreh- und Fräsarbeiten aus, um grundlegende Erfahrungen für eine gute Bearbeitungspraxis zu sammeln. Scheuen Sie sich nicht davor, mit Maschinen und Werkzeugen zu experimentieren, um ein optimales Resultat zu erzielen.
Macor kann mit Schnellstahlwerkzeugen bearbeitet werden. Der Einsatz hartmetallbestückter Werkzeuge wird jedoch sehr empfohlen. Keramikbestückte Werkzeuge sind zu vermeiden. Darauf achten, daß die Werkzeuge immer scharf sind und sie während des Bearbeitungsvorgangs regelmäßig überprüfen. Wenn das Werkzeug quietscht, wenn die Werkstoffoberfläche aufgrund der Werkzeugabnutzung grau aussieht oder wenn ein zu hoher Kraftaufwand erforderlich ist, aufhören und das Werkzeug schleifen.
Arbeiten Sie mit langsameren Geschwindigkeiten/Drehzahlen (um ein Erhitzen des Werkstücks zu vermeiden) und mit kleineren Schnitttiefen, bis Sie etwas Übung mit dem Material haben. Denken Sie daran, daß es sich um einen spröden Werkstoff handelt, und vermeiden Sie Schläge und Stöße. Die Bearbeitungs-geschwindigkeit hat normalerweise einen wesentlichen Einfluß auf die Oberflächengüte des fertigen Werkstücks.

Gut kühlen

Macor ist ein hochtemperaturbeständiges Material. Die besten Resultate werden jedoch dann erzielt, wenn Werkzeug und Werkstück möglichst kühl gehalten werden. Wasserlösliche Schneidflüssigkeiten verbessern die Schneidwirkung, entfernen den beim Bearbeiten entstehenden Staub und schützen die Werkzeug maschinen. Wenn die Schneidflüssigkeit in einem Umlaufsystem zirkuliert, wird der Einsatz eines Setzbehälters empfohlen. Der beim Bearbeiten entstehende Abrieb hat eine leichte Schmirgelwirkung. Aus diesem Grund ist stets auf ausreichende Sauberkeit und ordnungsgemäße Maschinenwartung zu achten.

Drehen

Beim Bearbeiten mit Hartmetall-Werkzeugen ist eine Drehzahl von ca. 600 U/min für Stangen mit 5 und 10 mm Durchmesser bis herunter zu ca. 400 U/min für Stangen mit 25 mm Durchmesser zu verwenden.
Der empfohlene Vorschub ist 20-30 mm/Minute bei einer Schnittiefe von 2-4 mm für Grobschnitt und maximal 1 mm für Feinschnitt.
Seiten- und Spitzenspanwinkel sowie Nebenschneidenfreiwinkel sollten ca. 5° betragen. Der empfohlene Nebenschneidenwinkel ist 15 - 45°. Der Spitzenradius muß mindestens 0,8 mm betragen.
Gewindeschneiden bei niedrigen Spindeldrehzahlen ist ebenfalls möglich. Die typische Schnittiefe hier ist 0,025-0,040 mm pro Weg.

Fräsen

Typische Spindelkopfdrehzahlen sind 1000-1500 U/min mit einem Spanraum von 0,05 mm pro Zahn. Die Schnittiefe ist die gleiche wie beim Drehen. Gleichlauffräsen verhindert, daß Material von den Kanten des Macor abgerissen wird.

Bohren

Für Bohrungen bis zu 5 mm Tiefe haben sich eine Spindeldrehzahl von 1000-1500 U/min und ein Vorschub von 20-30 mm als effektiv erwiesen. Die Spannuten laufend entlasten, insbesondere bei kleinen Bohrungsdurchmessern. Nach 25-50 Bohrungen prüfen, ob der Bohrer noch scharf genug ist.
Am Anfang und an Ende des Bohrvorgangs wird ein langsamer Vorschub empfohlen. Um ein Ausbrechen zu vermeiden, eine Auflageplatte benutzen oder den Bohrerein- und -austritt vor dem Bohren anschrägen. Macor kann auch mit Ultraschallbohrgeräten bearbeitet werden.

Sägen

Ein hartmetallbestücktes Sägeblatt mit einem Bandvorschub von 30 m/min oder eine Diamant- oder Siliziumkarbid-Trennscheibe benutzen.

Gewindebohren

Gewindeloch um eine Größe größer (ca. 0,1-0,2 mm extra) herstellen als bei Metall. Beide Enden des Lochs ansenken, um ein Ausreißen zu vermeiden. Vorzugsweise einen Viernuten- anstelle eines Zweinuten-Gewindebohrers verwenden. Gewindebohrer mit niedriger Drehzahl in einer Richtung drehen (Vor- und Zurückdrehen kann ein Ausbrechen des Materials zur Folge haben) und Bohrstaub mit Wasser oder Kühlmittel ausspülen. Drahtgewindeeinsätze, z. B. Helicoil, können mit Macor verwendet werden.

Schleifen und Polieren

Diamantschleifscheiben sind ideal, obwohl auch Siliziumkarbid- und Korundscheiben benutzt werden können. Immer mit Wasser kühlen. Zum Polieren zuerst Siliziumkarbid (400-Körnung) benutzen und dann mit Korund- oder Zeroxidpulver feinpolieren.

Hinweise zur Konstruktion

Macor ist ein spröder Werkstoff. Aus diesem Grund sollten bei der Werkstückkonstruktion bestimmte Punkte berücksichtigt werden, um ein optimales Resultat zu erzielen.
Wenn möglich und praktibel:

- Abrupte Änderungen bei Querschnitt und Dicke vermeiden.
- Scharfe Kanten/Ecken vermeiden; möglichst alle Kanten/Ecken abrunden oder abschrägen.
- Nach Möglichkeit dafür sorgen, daß der Abstand zwischen einer Bohrung und einer Kante bzw. zwischen zwei Bohrungen mindestens dem Zweifachen des Bohrungsdurchmessers entspricht.
- Bei einer mit Erwärmung verbundenen Anwendung möglichst einheitliche Wandstärken vorsehen, um die Wärmedehnungsbelastung beim Erwärmen und Abkühlen zu reduzieren.

RS Components haftet nicht für Verbindlichkeiten oder Schäden jedweder Art (ob auf Fahrlässigkeit von RS Components zurückzuführen oder nicht), die sich aus der Nutzung irgendwelcher der in den technischen Veröffentlichungen von **RS** enthaltenen Informationen ergeben.

E **Código RS.**

158-3089 a 158-3168, 158-3180 a 158-3203
225-5482 a 225-5511, 225-5533 a 225-5577, 233-4232
233-4254 a 233-4298, 233-4311 a 233-4333 & 233-8644

La cerámica vitrificada mecanizable Macor puede mecanizarse con objeto de producir componentes de precisión, pero sus características de mecanizado difieren de las propias de los metales o de las de los plásticos. Macor está compuesta por cristales de mica, dispuestos a modo de placas de enclavamiento en una matriz vitrificada. Son precisamente estos cristales los que impiden que las fracturas microscópicas de la punta de la herramienta se extiendan por la totalidad del material, de manera que es posible efectuar un mecanizado de manera controlada. Durante el proceso de mecanizado, la herramienta pulveriza y agrieta la superficie de Macor, produciendo un polvillo de vidrio y cristales. Los cristales son tan pequeños que, tras el mecanizado, la superficie de Macor presenta un magnífico acabado. Una vez completado el proceso, se limpia el componente y éste queda listo para ser utilizado. No es necesario ningún tratamiento posterior (como pudiera ser el de cocción).

Ajuste

La cerámica vitrificada mecanizable Macor no es flexible, por lo que al mecanizar piezas pequeñas o delicadas deberá asegurarse de que la carga de fijación se distribuya de manera uniforme. Siempre que sea posible, utilice mordazas acolchadas.

Mecanizado

Merece la pena dedicar algún tiempo a aprender cómo se comporta el material durante el proceso de mecanizado. Pruebe a efectuar algunas tareas sencillas como pueden ser taladrar, tornear o fresar, para comprobar cómo se produce el mecanizado del material. Esta información le proporcionará una base para adquirir una buena técnica de mecanizado, pero no tema practicar con distintas herramientas y velocidades hasta lograr una técnica de mecanizado óptima. Macor puede ser mecanizado con herramientas de acero de alta velocidad, aunque se recomienda firmemente la utilización de herramientas fabricadas en carburo. No resulta recomendable la utilización de herramientas con punta de cerámica. Mantenga siempre sus herramientas bien afiladas y compruébelas durante todo el proceso de mecanizado. Si la herramienta chirría, si la superficie de Macor se vuelve grisácea al paso de la herramienta, o si nota que necesita ejercer demasiada presión sobre la herramienta, detenga el proceso y proceda a afilarla. Como norma general, procure mecanizar a baja velocidad (manteniendo fría la herramienta de trabajo) y realice hendiduras o cortes pequeños mientras va ganando confianza en la técnica de mecanizado del material. No olvide que está mecanizando un material frágil, de forma que procure evitar en todo momento los golpes. Las velocidades de mecanizado varían normalmente en función de la necesidad de conseguir un acabado superficial determinado.

Utilización abundante de refrigerante

Aunque Macor sea un material de alta resistencia térmica, los mejores resultados de mecanizado se consiguen manteniendo fríos tanto la herramienta como el material. Los fluidos de corte solubles en agua mejoran el corte, reteniendo y eliminando el polvo que se genera durante el proceso de mecanizado y protegiendo las herramientas. Si se someten los fluidos a recirculación, se recomienda la utilización de una cápsula estabilizadora. El polvo producido durante el mecanizado es algo abrasivo, por lo que debe cuidarse especialmente el mantenimiento y la limpieza de la máquina.

Torneado

Al utilizar herramientas con punta de carburo, se recomienda trabajar con velocidades de torneado del orden de 600 r.p.m. para varillas 5 y 10mm, reduciendo la velocidad para varillas de 25mm de diámetro al orden de 400 r.p.m. Los valores nominales de alimentación rondan los 20-30mm/minuto, con profundidades de corte en torno a 2-4mm para el desbaste y menos de 1mm para los trabajos de acabado. Los ángulos lateral y posterior del bastidor, los ángulos lateral y extremo de descarga, rondarán los 5o. El ángulo de corte lateral del filo será de 15-45o, con un radio de punta superior a 0,8mm. El corte de rosca también puede efectuarse a baja velocidad de la broca, siendo un corte del orden de 0,025-0,040mm por circuito un valor típico de profundidad.

Fresado

Las velocidades típicas de la cabeza de fresa se sitúan en torno a 1.000-1.500 r.p.m., con una carga de chip de 0,05mm por diente. Los valores de las profundidades de corte, son las mismas que para el torneado. El fresado progresivo evita que se desprenda material del borde de Macor.

Perforación

Para orificios de hasta cerca de 5mm de diámetro, se consideran efectivos valores nominales en torno a 1.000-1.500 r.p.m., en cuanto a la velocidad de la broca, y de 20-30mm/minuto por lo que respecta a la alimentación. Destalone constantemente las acanaladuras del taladro, especialmente cuando se trate de orificios de pequeño diámetro. Cada 25-50 orificios compruebe el grado de afilado del taladro. Se recomienda un valor bajo de alimentación, tanto inicialmente como durante el acabado de los orificios. Para evitar interrupciones, utilice una placa de refuerzo o talle en bisel las aristas de acceso y salida del orificio, antes de proceder a perforar. Macor puede ser perforado mediante ultrasonido.

Aserrado

Utilice una hoja de rejilla con una velocidad de banda de 30m/minuto, o bien una sierra circular de diamantes o de silicona de carburo.

Aterrajado

Haga el orificio de paso una unidad de tamaño mayor al valor recomendado para metales (por lo general de 0,1 a 0,2mm más grande). Talle en bisel ambos extremos del orificio para evitar que se desconche. Una terraja de cuatro acanaladuras es mejor que una de dos. Disponga la terraja lentamente en la misma dirección (el vaivén de la terraja podría ocasionar desconchados) y vierta agua o líquido refrigerante para eliminar el polvo. Macor permite el uso de inserciones de alambre de rosca, como por ejemplo Helicoil.

Rectificado y esmerilado

Las muelas de diamantes son el medio más indicado, aunque también pueden utilizarse las de silicona de carburo y las de aluminio. Utilice siempre agua como refrigerante. La rectificación siempre se inicia a partir de una muela de silicona de carburo de 400grit antes de pasar a utilizar polvos de aluminio o de óxido de cerio para el acabado final.

Consideraciones de diseño

Macor es un material frágil, por lo que determinadas consideraciones de diseño ayudarán a conseguir las mejores prestaciones del material.
Siempre que sea posible:

- Evite variaciones súbitas de sección o de grosor.
- Evite los cantos afilados; siempre que sea posible talle en bisel ● redondee cualquier cambio de dirección.
- Siempre que sea posible, asegúrese de que la distancia entre un orificio y un extremo o un segundo orificio sea el doble del diámetro del orificio.
- En caso de aplicaciones térmicas, asegúrese de que el grosor de las paredes sea uniforme, con el fin de reducir las tensiones debidas a la expansión térmica durante las fases de calentado y enfriado.

RS Components no será responsable de ningún daño o responsabilidad de cualquier naturaleza (cualquiera que fuese su causa y tanto si hubiese mediado negligencia de RS Componentscomo si no) que pudiese derivar del uso de cualquier información incluida en la documentación técnica de **RS**.

F **Code commande RS.**

158-3089 à 158-3168, 158-3180 à 158-3203
225-5482 à 225-5511, 225-5533 à 225-5577, 233-4232
233-4254 à 233-4298, 233-4311 à 233-4333 et 233-8644

La vitrocéramique usinable Macor peut être utilisée pour fabriquer des composants de précision, mais ses caractéristiques d'usinage sont différentes de celles des métaux et des plastiques. Le Macor consiste à incorporer des cristaux de mica en plaque dans une matrice vitreuse. Ce sont ces cristaux qui empêchent les fractures microscopiques au bout de l'outil de se répandre dans le matériau, ce qui le rend usinable d'une manière contrôlée. Pendant l'usinage, l'outil pulvérise et déchire la surface du Macor, produisant une poudre fine de cristaux et de verre. Les cristaux sont si petits que le Macor a une bonne surface polie quand la pièce est usinée. Une fois terminé, le composant est nettoyé et utilisé, aucun autre traitement (par exemple, cuisson) n'est nécessaire.

Installation

La vitrocéramique usinable Macor n'est pas élastique; quand on usine des pièces petites et délicates, il faut donc s'assurer que la force de serrage est bien répartie. Utilisez des mordaches, si possible.

Usinage

Il est très utile de prendre le temps d'apprendre comment se comporte le matériau pendant l'usinage. Pratiquez des travaux simples, comme le perçage, le tournage ou le fraisage, et vous verrez comment le matériau se travaille. Ces renseignements vous donnent une base pour une bonne technique d'usinage, mais n'hésitez pas à expérimenter avec des outils et des vitesses différents pour réussir votre meilleur usinage.
On peut usiner le Macor avec des outils à grande vitesse, mais on recommande fortement d'utiliser des outils au carbone. On déconseille l'usage d'outil à embout de céramique. Maintenez toujours les outils aiguisés et vérifiez régulièrement le procédé d'usinage. Si l'outil crisse, si la surface du Macor devient grisâtre ou s'il faut exercer trop de force, arrêtez et affûtez l'outil.
En règle générale, usinez à basse vitesse (ce qui garde la pièce froide) et couper à petites profondeurs jusqu'à ce que vous soyez plus sûr de vous en usinant le matériau. Rappelez-vous que vous usinez un matériau friable, alors évitez toujours les chocs physiques. Il est normalement nécessaire de maintenir une finition de la surface qui contrôle les vitesses d'usinage.

Utilisez généreusement un liquide de refroidissement

Bien que le Macor soit un matériau à haute température, on obtient les meilleurs résultats d'usinage quand le matériau et les outils sont froids. Les liquides de coupe solubles à l'eau améliorent la coupe, retiennent et éliminent la poussière pendant l'usinage et protègent les outils d'usinage. S'il faut recirculer le liquide, on recommande d'utiliser un récipient à décantation. La poussière produite pendant l'usinage est quelque peu abrasive, il faut donc se soucier de la propreté et de la maintenance des machines.

Tournage

Avec des outils à embouts au carbone, les régimes de tournage recommandés sont d'environ 600 t/min pour des tiges de 4 et 10 mm de diamètre, et d'environ 400 t/min pour une tige de 25 mm de diamètre. La vitesse d'alimentation est de 20 à 30 mm par minute, avec une profondeur de coupe de 2 à 4 mm pour le dégrossissage, et de moins de 1 mm pour la finition.
Les angles latéraux et de joint à gradins, les angles de dépouille d'extrémité et latéraux doivent être d'environ 5°. L'angle de bord de coupe latéral recommandé est de 15 à 45°, et le rayon d'attaque doit être supérieur à 0,8 mm.
On peut également faire des filetages à basse vitesse de décolletage; la profondeur de coupe type est de 0,025 à 0,040 mm par chemin.

Fraisage

Les vitesses de tête type sont de 1000 à 1500 t/min, avec une charge copeau de 0,05 mm par dent. Les profondeurs de coupe sont pour le tournage. Le fraisage en avalant empêche de retirer du matériau du bord du Macor.

Perçage

Pour des trous d'environ 5 mm de diamètre, une vitesse de 1000 à 1500 t/min et une avance de 20 à 30 mm par minute sont jugées efficaces. Faire reposer régulièrement les mèches, surtout pour les trous de petit diamètre. Vérifiez l'affûtage de la mèche tous les 25 à 50 trous.

On recommande une avance lente au début et à la fin des trous. Pour éviter un bris, utilisez une plaque d'appuis ou biseautez l'entrée et la sortie des trous avant de percer. On peut percer le Macor par perçage ultrasonique.

Sciage

Utilisez une lame au carbone avec une vitesse de bande de 30 m/min, ou scie circulaire au diamant ou au carbure de silicium.

Taraudage

Faire le trou de passage d'une dimension plus grande que celle qui est recommandée pour le métal (habituellement de 0,1 à 0,2 mm de plus). Chanfreinez les deux extrémités du trou pour éviter l'éclatement. Il vaut mieux utiliser un taraud de 4 plutôt qu'un taraud de 2. Utilisez le taraud lentement dans la même direction (un va-et-vient pourrait entraîner un éclatement) et rincez avec de l'eau ou du liquide de refroidissement pour enlever la poussière. On peut utiliser des filets rapportés, par exemple Helicoil, avec le Macor.

Meulage et polissage

Les meules au diamant sont les meilleures, bien qu'on puisse également utiliser les meules au carbure de silicium et en aluminium. Toujours utiliser de l'eau pour refroidir. Commencez le polissage avec un polissoir au carbure de silicium de 400 avant d'utiliser des poudres d'aluminium ou d'oxyde de cérium pour la finition.

Considérations techniques

Le Macor est un matériau friable, et certaines considérations techniques aideront donc à en obtenir les meilleures performances.
Si possible et si pratique :

- Évitez des changements abrupts dans la coupe ou l'épaisseur.
- Évitez les bords aigus; si possible, chanfreinez ou arrondissez tous les changements de direction. Si possible, assurez-vous que la distance entre un trou et un bord ou un second trou est de deux fois le diamètre du trou.
- Pour les applications thermiques, assurez-vous que l'épaisseur de la paroi est uniforme pour réduire les contraintes d'expansion thermique pendant le réchauffement et le refroidissement.

La société RS Components n'est pas responsable des dettes ou pertes de quelle que nature que ce soit (quelle qu'en soit la cause ou qu'elle soit due ou non à la négligence de la société RS Components) pouvant résulter de l'utilisation des informations données dans la documentation technique de **RS**.

RS **Codici.**

158-3089 to 158-3168, 158-3180 to 158-3203
225-5482 to 225-5511, 225-5533 to 225-5577, 233-4232
233-4254 to 233-4298, 233-4311 to 233-4333 & 233-8644

Il vetroceramica lavorabile Macor può essere lavorato per realizzare componenti di precisione, ma le sue caratteristiche di lavorazione sono diverse per i metalli e il materiale plastico. Il procedimento Macor consiste nell'incorporare una piastra come cristalli di mica in una matrice di vetro. Sono questi cristalli che impediscono alle fratture microscopiche presenti all'estremità dell'utensile di distribuirsi lungo tutto il materiale, rendendolo lavorabile in maniera controllata. Durante la lavorazione, l'utensile polverizza e frantuma la superficie Macor producendo una polvere fine di cristalli e vetro. I cristalli sono così piccoli che, quando vengono lavorati, il Macor presenta una buona finitura superficiale. Una volta finito, il componente viene pulito ed è pronto per l'uso, infatti non è richiesto alcun altro trattamento (es. cottura).

Preparazione

Il vetroceramica lavorabile Macor non è resiliente, quindi quando si lavorano pezzi piccoli o delicati, accertarsi che il carico di bloccaggio sia distribuito uniformemente. Utilizzare ganasce morbide, se possibile.

Lavorazione

E' bene dedicare un po' di tempo per apprendere il comportamento del materiale durante la lavorazione. Provare alcune semplici operazioni, come la trapanatura, la tornitura e la fresatura per rendersi conto della lavorabilità del materiale. Queste informazioni forniranno una base per una corretta procedura di lavorazione, in ogni caso non esitare a sperimentare con utensili e velocità per ottenere prestazioni di lavorazione ottimali.
Il Macor può essere lavorato con utensili ad alta velocità, tuttavia si consiglia vivamente l'utilizzo di utensili al carburo. Non si consiglia l'uso di utensili con punta in ceramica. Tenere sempre gli utensili affilati e controllarli regolarmente per tutto il processo di lavorazione. Se l'utensile scricchiola, se la superficie del Macor diventa grigiastra durante la lavorazione con l'utensile o se è necessaria una forza eccessiva – allora fermarsi e affilare l'utensile.

Come regola generale, lavorare con velocità più basse (mantenendo, così, freddo il pezzo) e praticare profondità di taglio più ridotte finché non si avrà acquisito una maggiore familiarità con la lavorazione del materiale. Ricordarsi che si sta lavorando un materiale fragile: evitare, quindi, gli urti fisici. Normalmente, è necessario mantenere una finitura superficiale per controllare le velocità di lavorazione.

Utilizzare abbondanti quantità di refrigerante

Benché il Macor sia un materiale adatto alle alte temperature, i migliori risultati di lavorazione si ottengono quando sia il materiale sia l'utensile sono tenuti freddi. I fluidi da taglio solubili in acqua migliorano l'azione di taglio, intercettano e lavano via la polvere durante la lavorazione e proteggono le macchine utensili. Se il fluido deve essere messo in ricircolo, si consiglia l'utilizzo di un vaso di deposito. La polvere generata durante la lavorazione è alquanto abrasiva, quindi occorre prestare attenzione alla pulizia e alla manutenzione della macchina.

Tornitura

Se si utilizzano utensili con punta al carburo, le velocità di tornitura consigliate sono di circa 600 giri/min per un'asta da 5 e 10 mm di diametro, che si riducono a circa 400 giri/min per un'asta da 25 mm di diametro. Le frequenze di avanzamento sono di 20-30mm/minuto con una profondità di taglio di 2-4 mm per la sbozzatura e inferiore a 1mm per la finitura.
L'angolo di presa laterale e posteriore, gli angoli di scarico all'estremità e laterali devono essere di circa 5°. L'angolo consigliato del tagliente laterale è di 15-45° e il raggio della punta deve essere più largo di 0,8mm.
La filettatura può anche essere eseguita con basse velocità del mandrino, una tipica profondità di taglio è di 0,025-0,040 mm per corsa.

Fresatura

Le velocità tipiche della testa sono di 1000-1500 giri/min, con un carico di scheggiatura di 0,05 mm per dente. Le profondità di taglio sono quelle riportare per la tornitura. La fresatura concorde evita la caduta di materiale dal bordo del Macor.

Trapanatura

Per fori di diametro fino a 5 mm, una velocità del mandrino di 1000-1500 giri/min e una velocità di avanzamento di 20-30 mm/min sono risultate efficaci. Scaricare costantemente le scanalature del trapano, soprattutto per fori di piccolo diametro. Controllare l'affilatura del trapano ogni 25-50 fori.
Nella fase iniziale e nella finitura dei fori, si consiglia un avanzamento lento. Onde evitare rotture, utilizzare una piastra di supporto oppure smussare l'ingresso e l'uscita del foro prima di trapanare. E' possibile trapanare il Macor con ultrasuoni.

Segatura

Utilizzare una lama di graniglia al carburo con una velocità del nastro di 30m/min, oppure una ruota da taglio diamantata o al carburo siliconato.l.

Maschiatura

Eseguire il foro passante di una misura più grande di quanto consigliato per il metallo (tipicamente più grande di 0,1-0,2 mm). Smussare entrambe le estremità del foro onde evitare scheggiature. E' preferibile un maschio a 4 scanalature piuttosto che uno a 2 scanalature. Fare scorrere il maschio nella stessa direzione (la rotazione in avanti e indietro del maschio può causare scheggiature) e lavare con acqua o refrigerante per rimuovere la polvere. Con il Macor si possono utilizzare inserti filettati metallici, ad esempio gli Helicoil.

Molatura e lucidatura

Le mole diamantate sono le migliori anche se si possono utilizzare quelle al carburo siliconato e in allumina. Utilizzare sempre il raffreddamento ad acqua. La lucidatura viene iniziata con carburo siliconato con graniglia 400, prima di utilizzare l'allumina o le polveri di ossido di cerio per la finitura finale.

Considerazioni costruttive

Il Macor è un materiale fragile e, in quanto tale, alcune considerazioni costruttive aiuteranno ad ottenere le migliori prestazioni del materiale.
Se possibile e fattibile:

- Evitare brusche variazioni nella sezione o nello spessore.
- Evitare bordi appuntiti, se possibile smussare o arrotondare qualsiasi cambio di direzione.
- Se possibile, assicurarsi che la distanza tra un foro e un bordo o un secondo foro sia pari a due volte il diametro del foro.
- Per applicazioni termiche, cercare di fare in modo che gli spessori delle pareti siano uniformi per ridurre le sollecitazioni di dilatazione termica durante il riscaldamento e il raffreddamento.

La RS Components non si assume alcuna responsabilità in merito a perdite di qualsiasi natura (di qualunque causa e indipendentemente dal fatto che siano dovute alla negligenza della RS Components), che possono risultare dall'uso delle informazioni fornite nella documentazione tecnica.