

Erfolgreiches Recycling von PTFE – für eine nachhaltige Zukunft

Die STASSKOL GmbH bietet als Mitglied der Neuman & Esser Gruppe Hochleistungskunststoffe für verschiedenste Anwendungsbereiche, darunter maßgeschneiderte Dichtwerkstoffe zum Einsatz in Kolbenkompressoren, an. Bei diesen Werkstoffen sind sehr gute mechanische Eigenschaften und eine hohe Verschleißfestigkeit gefordert.

Das Recycling solcher auf PTFE basierenden Materialien stellt eine Herausforderung dar. Zur Verarbeitung dieser speziellen Mischungen wird das Press-Sinter-Verfahren verwendet, welches als Cold Compression Molding (CCM) oder als Hot Compression Molding (HCM) ausgeführt werden kann. Beim CCM wird der gepresste Grünling drucklos im Ofen gesintert, während das Material beim HCM simultan mit Druck und Temperatur beaufschlagt wird.

Kleine Korngrößen sind gefordert

Das Press-Sinter-Verfahren von PTFE erfordert es, den Werkstoff bzw. die Mischung wieder nahezu auf die ursprüngliche Korngröße von etwa 20 bis 40 µm zu zerkleinern. Bei von STASSKOL durchgeführten Versuchen wurden dafür die Späne zweier Werkstoffe sortenrein gesammelt. Es handelte sich um die Materialien SK202, ein CCM-PTFE mit Glasfasern, amorpher Kohle und Grafit in Pulverform sowie SK801, ein HCM-PTFE mit Carbonfasern und einem thermoplastischen Füllstoff.

Bei den gewählten Materialien werden beide PTFE-Verarbeitungsverfahren repräsentiert, da die Herausforderung an das Recycling beim Kaltpressen größer ist als beim Heißpressen. Die Komprimierung bei Kälte lässt der Größe der pulverförmigen Partikel eine besondere Rolle zukommen. Zudem wurden bewusst Materialien mit einem signifikanten Anteil an Carbon- und Glasfasern ausgewählt, da die Veränderung der Faserlängenverteilung beim Recyclingprozess eine besondere Bedeutung besitzt.

Der Mahlprozess ist entscheidend

Die technologische Herausforderung beim Recycling von PTFE-Werkstoffen liegt beim Mahlprozess, da sehr feine Korngrößen im Bereich um die 50 µm erreicht werden müssen. Hierfür wurde eine Prallsichtermühle des Typ ICM 15 von NEUMAN & ESSER Process Solutions verwendet **(Bild 1)**. Mit Hilfe der Parameter Mahlgeschwindigkeit (m/sec), Massestrom (kg/h) und Geschwindigkeit des Sicherterrades (m/sec) kann bei diesem Mühlentyp der Prozess so reguliert werden, dass die gewünschte Korngröße erreicht wird. Darüber hinaus nimmt der Füllgrad der Mahlkammer großen Einfluss auf das Ergebnis.

Bei den durchgeführten Versuchen wurde bei einer konstanten Umlaufgeschwindigkeit des Prallfutters von 128 m/sec und einer konstanten Umlaufgeschwindigkeit des Sicherterrades von 10 m/sec der Massestrom variiert, um den Einfluss auf die Korngröße zu ermitteln.

Bei beiden Materialien (SK202 und SK801) führt die Reduktion des Massestroms zu einer geringen Verminderung der Korngröße. Es konnten bei allen Mahlversuchen Korngrößen im Bereich von ca. 50 µm erzielt werden. Daher wurde für die weiteren Versuche der hohe Durchsatz des Mahlguts gewählt und das gemahlene Rezyklat in unterschiedlichen Konzentrationen mit Pulvermischer in die Neuware eingebracht.

Verbesserte Eigenschaften durch Rezyklate

Das gemahlene Rezyklat wurde zu unterschiedlichen Konzentrationen in die Neuware eingebracht und unter üblichen Verarbeitungsbedingungen (CCM bei SK202 und HCM bei SK801) zu Test-Halbzeugen verarbeitet. Ausgehend von diesen Test-Halbzeugen wurden die mechanischen Eigenschaften, die Materialhärte sowie die tribologischen Eigenschaften (Verschleiß und Reibung) bestimmt.

Die Ermittlung der Verschleißfestigkeit erfolgte mittels eines oszillierenden Tribometers (Bild 2) - einem Eigenbau von STASSKOL unter Anwendung des jeweiligen Prozessgases, bei welchem der entsprechende Dichtwerkstoff eingesetzt wird. Dabei handelt es sich um Stickstoff bei SK202 und Wasserstoff bei SK801.

Bei der Untersuchung des SK202 zeigt sich, dass bei 10, 20 und 30 Gew.-% Rezyklat die Eigenschaften der reinen Neuware sogar übertroffen werden. Sowohl der E-Modul als auch die Bruchdehnung liegen über den Werten der Neuware und der geringe k-Faktor sowie der geringere Reibungskoeffizient zeigen, dass sich auch die Verschleißigenschaften durch das Einbringen des Rezyklats verbessert haben. Bei einem Anteil von 40 Gew.-% bleiben die Verschleißigenschaften auf einem sehr guten Niveau, allerdings verschlechtern sich die Dichte und die mechanischen Eigenschaften.

Bei dem im Heißpressen hergestellten SK801 ist nur eine geringe Abnahme der Härte, des E-Moduls und der Zugfestigkeit bei 100 % Rezyklat-Anteil im Vergleich zur Neuware festzustellen. Insbesondere die Verschleißigenschaften unter Wasserstoffatmosphäre profitieren vom Prozess des Recyclings. Der Verschleißfaktor wird dadurch reduziert und der Reibungskoeffizient mehr als halbiert. Deshalb waren weitere Versuche mit abgestuften Konzentrationen an Rezyklat nicht notwendig.

Fazit

Abschließend konnte durch die Versuche gezeigt werden, dass das Recycling von PTFE-Dichtwerkstoffen möglich ist, und dass hierdurch sogar eine Verbesserung der Eigenschaften der Materialien erreicht wird. Dies bringt einen Vorteil für den Kunden und es ist ein wichtiger Meilenstein für die Nachhaltigkeit unserer Produkte.