

Erzwungene Konvektion erhöht Prozessqualität

High-Tech-Bauteile aus Leicht- und Buntmetall erfordern meist spezielle Wärmebehandlung. Dazu sind Umluftöfen mit ausgewogener Temperaturverteilung und schneller Wärmeübertragung notwendig. Optimale Ergebnisse lassen sich nur durch erzwungene Konvektion erzielen.

Elektrisch beheizte Umluftöfen sind aus der Wärmebehandlung von Metallen nicht wegzudenken. Sie finden ihre Anwendung dort, wo die Wärmeübertragung auf die Charge überwiegend durch erzwungene Konvektion zur Erzielung homogener Temperaturprofile erfolgen muss. Also etwa in Erwärmungsanlagen für Halbzeuge aus Leichtmetall-Legierungen oder Buntmetallen, deren geringe Wärmestrahlungsabsorption wegen der meist blanken Oberfläche eine konvektive Wärmeübertragung notwendig macht.

Dabei stellt der wachsende Einsatz von Hochleistungsbauteilen und High-Tech-Produkten immer höhere Anforderungen an die Umluftofen-Technik. Auch die zunehmende Verwendung von Leichtbauteilen mit hoher Festigkeit, die vor allem in Automobilindustrie und Luftfahrttechnik mehr und mehr traditionelle Werkstoffe ersetzen, haben großen Einfluss auf die technische Entwicklung im Industrieofenbau. Man denke in diesem Zusammenhang nur an die Wärmebehandlung von z. B. Magnesium. Und selbst in klassischen Anwendungsbereichen wie etwa der Federnindustrie, im Werkzeug- und Formenbau, in Härtereien oder in Forschung und Entwicklung sind Umluftöfen nicht mehr wegzudenken.

Wärmebehandlung sichert Qualität

Typische Beispiele für die Wärmebehandlung mit Umluftöfen sind etwa das Anlassen von Getriebewellen für die Automobilindustrie, die Erwärmung von Leichtmetall-Motorengehäusen für Motorräder oder die Wärmebehandlung von Federn aller Art, von der Kugelschreiberfeder bis zum Maschinen- und Fahrzeugbau. Zu nennen sind außerdem das Erwärmen von Aluminium-Rohren für hydraulische Antriebe, das Vorwärmen von Schäumwerkzeugen aus Leichtmetall sowie die Wärmebehandlung von Aluminium-Bratpfannen für den Hausgebrauch. Umluftöfen dienen prinzipiell der Wärmebehandlung von Teilen, bei denen eine sehr gute Temperaturverteilung und eine schnellere Wärmeübertragung bei Arbeitstemperaturen von bis zu etwa 950°C gefordert wird.

Elektrisch beheizte Umluftöfen bestehen aus dem Ofenraum, der Umluftleinrichtung mit Umwälzventilator, der elektrischen Heizung, der Isolierung, dem Ofengehäuse und der

Steuer- und Regelanlage. Aber auch die Charge mit Chargierkästen oder Gestellen selbst bildet einen wichtigen Einflussfaktor.

Die konvektive Wärmeübertragung wird dabei durch strömende Luft oder Gase realisiert. Als Strömungsmotor kommt ein Umwälzventilator zum Einsatz. Der Ventilator wird so in den Kreislauf integriert, dass entweder eine vertikale oder eine horizontale Strömung realisiert wird. Bei *Vertikalbetrieb* befindet sich der Ventilator in der Ofendecke oder im Boden; bei *Horizontalbetrieb* dagegen in der Rückwand, der Tür oder in einer Seitenwand (je nach Ofentyp). Welche Strömungsrichtung beim Ofenkonzept gewählt wird, richtet sich unter anderem nach der Art der Charge und der Art der Wärmebehandlung.

Ein Beispiel für den Horizontalbetrieb wäre ein Schutzgaskammerofen von Linn High Therm, bei dem sich der Ventilator in der Ofentür eines Kammerofens mit z. B. gasdichter Muffel befindet. Eingebaut ist ein Radialventilator. Das Medium wird axial angesaugt und anschließend radial mit hoher Umfangsgeschwindigkeit wieder ausgeströmt. Die Schirmbleche der Tür dienen zur Strahlungsisolierung. Die vertikale Alternative wäre eine Ofenvariante, bei der der Umwälzventilator im Deckel eines Schachtofens mit schutzgasdichter Retorte eingebaut ist. Zum Be- und Entladen wird dann der komplette Deckel angehoben und zur Seite weggeschwenkt.

Schneller und homogener

Zahlreiche Messungen – durchgeführt in einem Umluftkammerofen von Linn High Therm – belegen, dass die erzwungene Konvektion nachweislich zu einer kürzeren Aufheizzeit und zu einer besseren Temperaturgleichmäßigkeit im Ofen führt. Der den Messungen zugrunde liegende Ofen mit 675 Liter Ofenraum dient unter anderem zum Anlassen von Blechbiegeteilen und Federn. Die Vorgabe vom Kunden lautete hier: Arbeitstemperatur 250°C bei einer Toleranz von +/- 5 K im Nutzraum mit der Charge.

Aus den beiden Diagrammen ist zum Einen ersichtlich, dass bei der Aufheizkurve mit Umluftbetrieb die am Regler eingestellte Solltemperatur von 250°C (gemessen in der Kammermitte) nach 10 Minuten erreicht ist. Bei der Aufheizkurve ohne Umluftbetrieb (Simulation) dagegen ist das erst nach etwa 17 Minuten der Fall! Vergleicht man zum anderen die Temperaturen an den einzelnen Messpunkten in Chargennähe, so differieren sie nur um etwa +/- 2,5 K. Die Kundenvorgabe wurde damit mehr als erfüllt. Der eigentliche homogene Nutzraum beträgt etwa 75 Prozent des Ofenraumes. Das heißt, in diesem Raum werden die geforderten +/- 5 K bei 250°C eingehalten.

Wie das Ganze in dem gleichen Ofen ohne Umluftbetrieb aussähe, lässt sich durch Simulation ermitteln. Dabei zeigt etwa die simulierte Temperaturverteilung, dass nur etwa 20 Prozent des Ofenraumes als eigentlicher Nutzraum dient. In dem übrigen Raum werden die 250°C (+/- 5 K) hingegen weit überschritten.

Dieser Vergleich dokumentiert, dass die erzwungene Konvektion nachweislich zu einer kürzeren Aufheizzeit und zu einer homogenen Temperaturverteilung im Ofen führt. Für die industrielle Wärmebehandlung bedeutet das unter anderem: Kürzere Durchlaufzeiten bei höherer Prozessqualität.

Der „richtige“ Ofen

Bei der Auswahl des Umluftofens sind zahlreiche konstruktive Aspekte zu berücksichtigen. Neben der Art der Charge bestimmen Prozessablauf, Wärmebehandlungsprofil und die technologische Verkettung den jeweiligen Ofentyp sowie die erforderliche Nutzraumgröße. Wichtig bei der kundenorientierten Konstruktion eines Umluftofens mit erzwungener Konvektion ist eine gesamtheitliche Betrachtung und Auslegung aller Komponenten. Vom Ofen- und Nutzraum über die Umlufteinrichtung, die Umwälzventilatoren und die Heizung bis hin zu Isolierung sowie Steuer- und Regeltechnik.

Im Mittelpunkt jeder Ofenplanung stehen dabei immer die Charge und der Prozess. Dazu müssen Aussagen des Anwenders über Material, Form, Größe und Gewicht der Charge und Temperatur-Zeitprofile vorliegen. Außerdem spielt eine Rolle, ob die Teile dick- oder dünnwandig sind und ob sie kompakt oder aufgelockert oder im Chargiergestell in den Ofen eingebracht werden. Nicht zu unterschätzen ist es, wenn die Charge sowohl dick- als auch dünnwandige Abschnitte aufweist, da hierbei die Durchwärmzeiten stark differieren. Die Bestückungs-/ Besatzdichte hat zum Beispiel großen Einfluss auf das Ergebnis der Temperaturverteilung. Einzel gestapelte Hohlwellen können gleichmäßiger von der Umluft umströmt werden als im Gegensatz dazu Schüttgut von Kleinteilen in einer Gitterboxpalette. Entsprechend wird sich das auf die Temperaturgleichmäßigkeit in der Charge auswirken.

Ellen Drott (Linn High Therm)/

Spezialist für die Wärmebehandlung

Das 1969 gegründete Unternehmen Linn High Therm fertigt in zwei Werken elektrisch beheizte Umluftöfen für die Wärmebehandlung von Metallen bis zu einer Ofenraumgröße von etwa 10 m³. Verschiedene Ofentypen stehen zur Wahl: Kammer-, Herdwagen-, Durchlauf-, Schacht-, Truhen-, Drehherd- und Paternosteröfen oder komplexe Ofenanlage mit Handlingsystemen und Verkettungen. Standard sind Kammeröfen für die Temperaturbereiche 550°C, 850°C oder bis 950°C mit Ofenräumen von bis zu 1000 Litern. Schutzgasdichte Öfen mit Gasumwälzung bis 460 Liter sind bis 1050°C im Programm. Seit über 30 Jahren ist Linn High Therm auch auf Sonderöfen spezialisiert. Das Unternehmen beschäftigt über 100 Mitarbeiter, unterhält eigene Vertriebs- und Service-Niederlassungen im Ausland und liefert in 40 Länder. Die Exportquote liegt bei 65 Prozent.