

Modernste Technik im Hochtemperatur-Ofenbau

Schnellerwärmungs-Laboröfen und Hochtemperaturöfen von **Linn High Therm** sind das Ergebnis langjähriger Erfahrungen im Hochtemperaturbereich. So war Linn das erste Unternehmen, das Laboröfen mit Voll-Faserisolierung in Europa auf den Markt brachte. Durch fortwährende Entwicklungsarbeit konnte dieses technologische Niveau kontinuierlich gesteigert werden. Das Ergebnis sind modulare Ofenkonzepte mit kurzen Aufheiz- und Abkühlzeiten, mit wahlweisem Betrieb unter reduzierenden/oxidierenden Atmosphären oder Vakuum, einem minimalen Temperaturgradienten in der Ofenkammer, und nicht zuletzt mit geringem Energiebedarf, die damit wegweisende Spitzenprodukte darstellen.

Extreme Anforderungen an Atmosphäre, Druck und Temperatur, die bei der Wärmebehandlung von Korunden, der Herstellung größerer HTSL-Teile oder in der Lithosphärenforschung auftreten, sind eine Herausforderung an den Ofenbauer. Mit den Öfen der Reihe Corundum-Star, die ein Arbeiten bis 1800°C unter Sauerstoffgemischen bis hin zu reinem Sauerstoff, bei Drücken von 0 - 6 bar, max. 100 bar ermöglichen, oder dem ZrO₂-beheizten VHT Modellen, die an O₂-haltigen Atmosphären bis zu Temperaturen von 2100°C betrieben werden, bietet Linn High Therm auch hier passende Lösungen an.

HT-Öfen für Schutzgas- oder Vakuumbetrieb von Linn High Therm werden in verschiedenen Standardgrößen mit Volumen 4, 12, 26 und 52 Liter, Sonderformen bis 0,1 m³, für verschiedene Maximaltemperaturen ausgelegt. Das Standardprogramm für den Betrieb an Luft bis 1750°C (1800°C) reicht vom preiswerten Kleinofen mit 0,3 dm³ für Labor, Forschung und Entwicklung, dessen neuartige MoSi₂ - Heizelemente aufgrund hoher Thermoschockbeständigkeit höchste Aufheiz- und Abkühlraten erlauben, bis hin zum 1 m³ Elevatorofen für die Produktion. Die Heizleiter bestehen aus Molybdän-Disilizid. Bis 1400°C werden Kanthal-Super-1700, bis 1750°C Kanthal-Super-1800 und bis 1820°C Kanthal-Super-1900 Heizelemente eingesetzt. Da Molybdän-Disilizid unter Schutzgasen nur begrenzt eingesetzt werden kann, sind auch Heizleiter aus APM (1400°C), Molybdän und Wolfram als Optionen vorgesehen.

Graphitbeheizte und mit Graphit-Faser isolierte HT-Öfen lassen sich bis 2600 °C und mehr unter Schutzgas einsetzen. Ihre Hauptanwendung liegt beim Graphitisieren und Sintern von nichtoxidischer Keramik sowie Hartmetallen. Hochdruckversionen bis 100 bar und 2300 °C werden zum Sintern von Keramiken wie Si₃N₄ (Siliziumnitrit), Infiltration von Verbundmaterialien und Herstellung neuartiger Kohlenstoffmodifikationen verwendet. Bei hohen Anforderungen an das Vakuum <10⁻³ mbar oder den Taupunkt -40°C werden HT-Öfen in Kaltwandbauweise mit Molybdän oder Wolfram ausgeführt. Hochdruckvarianten bis 30 bar zur verzugsfreien Härtung von Werkstücken und Versionen bis 100 bar zum verdichten von pulvermetallurgischen PM-Teilen. Auch Sonderbauformen bis 2800 °C möglich.

Durch jüngste Neuentwicklungen wird die HT-Ofenreihe im unteren und oberen Nutz-Volumenbereich abgerundet. So wurde zur Achema 1997 der Mini-Hochtemperaturofen EVA mit einem Nutzvolumen von 0,30 Litern und 1700°C Dauertemperatur in das Programm aufgenommen. Mit einem Einsatzrohr (Keramik, Saphir) mit Innendurchmesser 34 mm wird er zum Mini-Rohrofen ADAM mit 80 mm beheizter Länge.

Eine weitere kostengünstige HT-Reihe ergänzt das Angebotsspektrum mit 60, 120 und 180 l Nutzraum, 1600 und 1700 °C.

Der Bereich bis 1 m³ Nutzvolumen für Schneidkeramik, Substrate, E-Bauelemente Keramik, erzeugen von Sonderkeramiken, Rohstoffen z.B. Y₂O₃ wird jetzt durch Hochtemperatur-Elevatoröfen bis 1750°C abgedeckt. Die Beladung erfolgt wahlweise über Scherenhubtisch oder Hubwagen mit optionalem Wechselboden und speziellen Tasseneinsätzen.

Mit dem Standard-Begasungs- und Vakuummodul können folgende Betriebsbedingungen erfüllt werden: oxidierende Atmosphären, reduzierende Atmosphären, inkl. aller brennbaren Gase, Vakuum bis 10⁻² mbar, Kombination Vakuum/Schutzgas sowie Überdruck. Für den sicheren Einsatz von brennbaren Schutzgasen kann zusätzlich ein Sicherheitspaket mit Gaswarnsystem vorgesehen werden. Homogene Temperaturverteilung und kurze Aufheiz- und Abkühlzeiten werden durch das Zusammenspiel von guter Isolation, geringer Speicherwärme und hohen Strahlungsfaktoren erzielt. Die Aufheizzeit auf 1600°C beträgt z.B. ca. 60 Minuten oder weniger bei leerem Ofen, die Temperaturverteilung ca. +/- 10°C bei optimaler Chargenverteilung.

Durch modulare Aufbautechnik wird eine unübertroffene Servicefreundlichkeit erreicht.

Untersuchungen haben ergeben, daß bei Faseröfen bis zu 45 % an Energiekosten eingespart werden. Die geringe Wärmeleitfähigkeit der Faser ergibt einen hohen Isolationswert und - gekoppelt mit der niedrigen Wärmekapazität der Auskleidung - kann die Leistung der „kleinen“ HT-Öfen so gering gehalten werden, daß sie auch schon am 230/240 V-Netz betrieben werden können.

Die Isolation der Ofenkammer besteht aus mehreren Schichten, die aus verschiedenen Faserplatten-Qualitäten und Klassifikationstemperaturen aufgebaut sind. Erfahrungen haben gezeigt, daß diese modernsten Materialien bei häufigen Temperaturwechseln und längerem Einsatz einen gewissen Ausdehnungsspielraum, trotz des generellen Schwundes, benötigen und zur Rißbildung neigen. Daher sind zur Stabilisierung der Seitenwände und Decken Al_2O_3 - bzw. Saphirrohre installiert (Patent-Nr. DE 3906986 „Isolierung für eine Hochtemperatur-Heizeinrichtung und Verwendung derselben“).

Der gesamte Isolationsaufbau ist in einem eigenen, separaten Innengehäuse aus Edelstahl untergebracht. Dadurch erhält man die Möglichkeit, dieses Innengehäuse als Schutzgas/Vakuum/Überdruckkammer auszubilden, wobei thermisch belastete Funktionselemente wie Türdichtung, Schauglas, Thermoelement- und Stromdurchführungen wassergekühlt sind. Durch diese Doppelgehäusekonstruktion und ein zusätzliches Kühlluftsystem (zwischen den beiden Gehäusen) beträgt die Temperatur am Außengehäuse an jeder Stelle weniger als 30 K über Raumtemperatur - natürlich eine etwas aufwendigere Bauart, die sich aber schnell amortisiert.

Da die Abmessungen der Türöffnung der Nutzraumgröße entsprechen, ist ein problemloses Be- und Entladen der Ofenkammer ohne umständliches „Um-die-Ecke-greifen“ gewährleistet. Um größere Wärmeverluste durch langwieriges Öffnen und Schließen der Tür zu vermeiden, wird hier ein federnder Schnellverschluß verwendet, der gleichzeitig als Überdrucksicherung dient.

Wegen der Widerstandsänderung der Heizelemente in Abhängigkeit von der Temperatur werden zur kontinuierlichen Leistungsregelung Thyristorsteller mit Phasenanschnittsteuerung mit gleichzeitiger Strombegrenzung eingesetzt. Dadurch werden Belastungsspitzen an den Heizleitern vermieden, ihre Lebensdauer deutlich verlängert.

Die Temperaturregelung selbst erfolgt über leicht programmierbare, selbstoptimierende, mikroprozessorgesteuerte digitale PID-Regler mit Programmgeber. Durch die Mikroprozessorsteuerung erfolgt auch die Optimierung der Regelstrecke. Ein weiterer wichtiger Vorteil besteht darin, daß alle Programme selbst bei Netzausfall weiterhin gespeichert bleiben und das unterbrochene Programm an der gleichen Stelle weitergefahren werden kann. Bei extremen Anforderungen an die Temperaturgenauigkeit können die Öfen auch mehrzonig aufgebaut werden.

Auf Wunsch können die Öfen mit fahrbarem Untergestell versehen werden, das es erlaubt, den Ofen durch eine einzige Person zu bewegen bzw. neu zu positionieren.

Im Zusammenspiel aller angeschnittenen Punkte erklärt sich auch die Vielzahl der möglichen Anwendungen dieser HT-Laboröfen. In der Keramikindustrie bzw. elektronischen Bauteile-Herstellung bieten sie vor allem Vorteile bei der Fertigung von Piezokeramik, Kondensatorkeramik, keramischer Träger für IC's und Dickschicht-Technologie mit hohen Anforderungen an Temperaturkonstanz und Gradient. Dasselbe gilt für andere keramische Sonderwerkstoffe, die spezielle Ofenatmosphären verlangen (Sintern von MIM- und CIM-Teilen z.B. Düsen, E-Motoren, Magnete, Funkentstörbauteile usw.). Mikrowellenkeramik gehört hier ebenso dazu wie Zündkerzenisolatoren oder Werkstoffe aus der Hochtemperatur-Feuerfestindustrie. Reinsauerstoff-Sintern bei Höchsthochfrequenzferriten ist ebenso selbstverständlich durchführbar wie das Vakuum-Schutzgaslöten von Ferriten für die Videotechnik. Wärmebehandlung zur Farbverbesserung und Wertsteigerung von Korunden, Tempern von Laserkristallen, Entwicklung von Verfahren zur Wiederverwertung von Reststoffen der Papierindustrie, Entwicklung und Produktion von Sondergläsern für Sensoren oder Telekommunikation.

Daneben werden sie auch bei der Entwicklung und Herstellung neuartiger hochkoerziver Magnetmaterialien eingesetzt. Die Leistungsfähigkeit der HT-Öfen ist die Voraussetzung für die Entwicklung und Produktion neuer Hochtemperatur-Supraleiter. Im Rahmen der Weiterentwicklung supraleitender Materialien höherer Prozeßtemperaturen bzw. Atmosphären sind diese Öfen unabdingbar.

Im Nuklearbereich werden diese Öfen in modifizierter Form in Produktion und Forschung für das Sintern von Kernbrennstoffen und das Verbrennen oder Verglasen radioaktiver Abfälle eingesetzt. Voll wassergekühlte und Handschuhkastenversionen verstehen sich hier von selbst.

LINN HIGH THERM GmbH
D-92275 Eschenfelden
Tel: 09665 9140-0
Fax: 09665 1720
info@linn.de
www.linn.de