

Thermische Behandlung von Quarzglasrohren bis 900 °C

Neuentwicklung eines Schnellbrandofens

Dr. Olaf Irretier, Stefan Niemann, Dr. Thomas Kreuzberger, Olaf Pfeiffer

Konjunktureller Druck und Sonderwünsche vieler Anwender stellen den Einsatz von kontinuierlich betriebenen Öfen oftmals in Frage. Durch eine Koproduktion mit der Quarzschmelze Ilmenau konnte der Bremer Ofenbauer Nabertherm einen Schiebefen entwickeln, der zur thermischen Behandlung großflächiger Bauteile bis 900 °C eingesetzt werden kann.

Infrarotstrahler werden in Trocknungs- und Brennanlagen in verschiedensten Industriezweigen für die Lacktrocknung und die Pulverbeschichtung eingesetzt. Die Heizstrahler werden zur Verbesserung ihrer Reflexionsneigung und Richtwirkung vielfach mit Goldreflektoren versehen.

Die Vergoldung von Quarzglasrohren für die Infrarottechnik wird in der Regel im kontinuierlichen Betrieb in Durchlauföfen durchgeführt. Der Nachteil bei dieser Betriebsweise liegt vor allem in der geringen Flexibilität, der großen Anlagendimensionen als auch in den hohen Anschaffungskosten von Durchlauföfen begründet.

Das Quarzschmelzwerk Ilmenau hat aufgrund steigender Nachfrage nach

Infrarotstrahlern einen im Chargenbetrieb eingesetzten Schiebefen der Fa. Nabertherm in Betrieb genommen. Dieser Ofen wird zum Einbrennen von Goldsuspensionen auf Quarzglasrohren (Vergoldung) mit Längen von bis zu 4 Metern eingesetzt. Im Vergleich zu kontinuierlich betriebenen Durchlauföfen weist der im Chargenbetrieb eingesetzte Schiebefen eine extrem kurze Baulänge auf. Um das vorgegebene Temperaturprofil dennoch zu erreichen, weist der Ofen eine Reihe ofentechnischer Spezifikationen auf, die eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit (Dynamik) in der Wärmebehandlung zeigen und im folgenden dargestellt werden.

Trickreiche Ofentechnik

Die thermischen Anforderungen des Vergoldungsprozesses bestimmen die Spezifikation für den (leeren) Ofen:

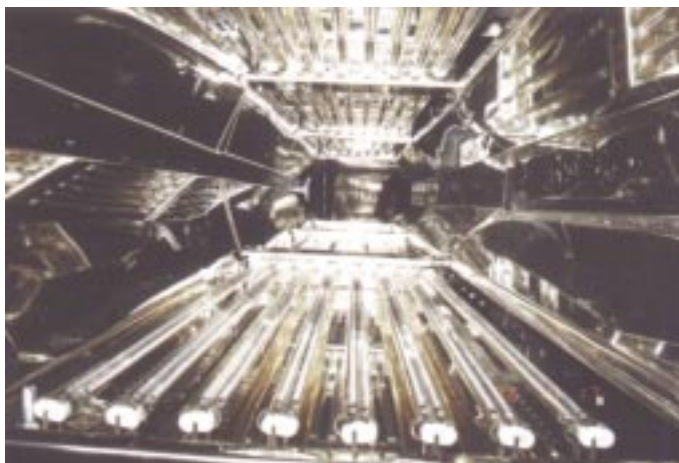
- Aufheizgeschwindigkeit im Bereich von 20 bis 400 °C > 60 K/min
- Aufheizgeschwindigkeit im Bereich von 400 bis 800 °C > 40 K/min
- Abkühlzeit von 800 °C auf 100 °C < 30 K/min
- Grenztemperatur 900 °C
- Temperaturdifferenz in horizontaler Arbeitsebene bei 830 °C < 15 K



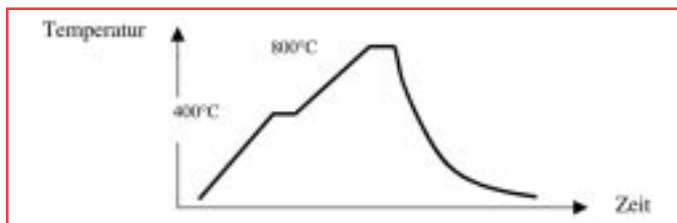
Infrarotstrahler vergoldet

Der Ofenraum wird mit staubfreier Luft gespült, um Verbrennungsprodukte und Feuchtigkeit die bei der Beschichtung auftreten entfernen zu können. Der Luftstrom ist nach oben gerichtet und gleichmäßig über die gesamte Oberfläche verteilt. Der Luftstrom ist zwischen 10 und 500 Liter/min einstellbar. Während der Abkühlphase wird der Luftstrom zur Kühlung des Ofenraums und des Gutes genutzt. Die Auflagefläche im Ofen, für die thermisch zu behandelnden Quarzglasstücke, besteht aus einem Quarzrohrgitterrost. Der Gitterrost ist aus dem Ofen fahrbar und ermöglicht dadurch eine Beschickung mit Quarzglasstücken außerhalb des Ofens. Die Chargierung erfolgt im kalten Zustand (<150 °C) des Ofens. Der Ofen ist aus Rohrprofilrahmen aufgebaut, die durch Querverstrebungen zusätzlich versteift werden. Auf einem Schienenrahmen ist der Ofenwagen frei beweglich. Der Lauf des Ofenwagens ist er-

Pulvertrockner –
Quarzglas mit
Goldreflektor



Temperaturverlauf beim Vergolden von Quarzrohren



Reflektorrohre im Rollofen



schütterungsfrei ausgelegt. Die Ofenhaube nimmt die Reflektorrohre auf und ist mit Isoliermatten ausgekleidet. An den Stirnseiten der Ofenhaube sind Klappen angebracht, die den Ofen bei eingefahrenem Wagen vollständig abdichten.

der Heizelemente ermöglicht einen exakten Temperaturverlauf, der nicht nur zu einer gleichmäßigen Erwärmung der Bauteile führt, sondern vor allem die Heizelemente vor Überlastung schützt und damit deren Lebensdauer verlängert.

dauer der eingebauten elektrischen Komponenten erreicht werden. Die Temperaturmessung erfolgt durch ein Thermoelement.

Der Rollofen ist mit einer Heizung aus „QSIL“-Quarzrohrstrahlern ausgestattet. Die Strahler weisen einen Durchmesser von 10 mm bei einer Länge von 600 mm auf und sind im Bodenraum des Ofens angeordnet, wobei zwischen den Strahlern ein Spalt von ca. 1 mm zur Belüftung vorgesehen ist. Der Ofen ist bei einer Länge von 4 Metern mit ca. 45 Strahlern ausgestattet, um ein schnelles Aufheizen des Quarzglas zu gewährleisten.

Die Ofenheizfläche mit den Abmessungen 4200 × 560 mm ist in drei Sektionen zu 1400 × 560 mm aufge-

Technische Daten

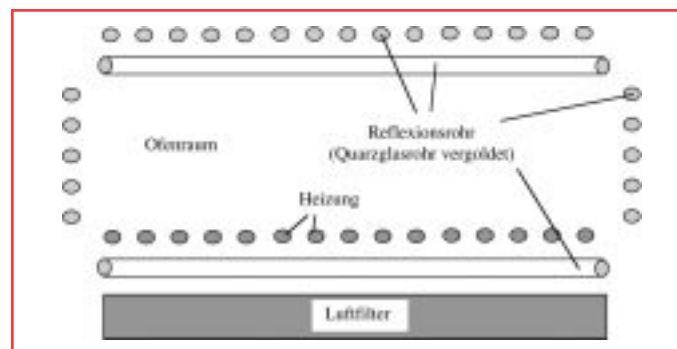
- T_{max} 900 °C
- Ofenraummaße: 4050 × 470 × 100 mm (b × t × h)
- Anschlußwerte 67,5 kW, 400 V/3/N
- Beschickungsgewicht 50 kg
- Aufheizen in 20 Minuten von 20 °C auf 800 °C
- Abkühlen in 20 Minuten von 800 °C auf 400 °C
- Begasungseinrichtung mit Abluftstutzen

Durchdachte Regeltechnik

Die Ofensteuerung ermöglicht neben der Temperaturregelung auch eine Einstellung der Luftstrommengen. Die Meßwertaufnahme erfolgt in 8 Zeitabschnitten, die eine jeweilige Länge von 1 bis 60 Minuten haben. Die Regelgenauigkeit im gesamten Temperaturbereich und im Ofenraum beträgt ±5 K.

Die Schalt- und Regelanlage zeichnet sich entsprechend der über Jahrzehnte praktizierten Nabertherm-Philosophie durch eine einfache Bedienung aus. Eine übersichtliche Textanzeige ermöglicht on-line eine sofortige Erkennung der momentanen Betriebs- und Störmeldungen.

Die Regelung des thermischen Prozesses geschieht mit einem Eurotherm Programmregler. Über eine Selbstoptimierung können die Regelparameter exakt an die Erfordernisse des Prozesses angepaßt werden. Die Regelung



Anordnung von Heizelementen und Quarzrohren im Ofenraum

Bilder: Nabertherm

Die Leistungs- und Regelungselektronik wurde in einen Schrank eingebaut, der über ein Schrankkühlgerät auf Temperaturen unterhalb von 35 °C gehalten wird. Dadurch konnte eine lange Lebens-

teilt. Die äußeren Sektionen können bei Bedarf unreguliert zugeschaltet werden. An die Ofenisolation werden hohe Anforderungen gestellt. Eine hohe Isolationswirkung bei geringer Wärmekapazität wird durch den Einsatz von Faserisolierung erreicht. Zur Unterstützung der Reflexionswirkung sind die Quarzglasrohre mit einer Goldschicht bedampft. Die Verkleidung des Ofens ist innenseitig mit Stützsteinen ausgeführt. □