

Variable Umluftofentechnik – Beispiel aus der Praxis

Autoren:

Dipl. Ing. (FH) Claus Cotta, Dipl. Ing. (FH) Gerd Seydenschwanz

Abstrakt:

Die Wärmebehandlung von Aluminiumlegierungen erhält in der heutigen Zeit einen immer größeren Stellenwert, um die Forderungen an möglichst leichte Bauteile, mit bestmöglichen Materialeigenschaften zu erreichen.

Das Verfahren des Lösungsglühens von Aluminiumlegierungen ist ein Beispiel dafür, wie diese Aufgabenstellung erfüllt werden kann.

Ziel dieses Verfahrens ist es, das Materialgefüge einheitlich zu strukturieren und durch nachgeschaltete Verfahren, wie Abschrecken und Auslagern entsprechende Materialeigenschaften für die nachfolgenden Bearbeitungsschritte oder Einsatzsituation zu erreichen.

Im Beitrag wird eine technische Lösung beschrieben, die zur Aufgabe hatte, bei entsprechenden Aluminiumbauteilen durch den thermischen Prozess des Lösungsglühens (Gefügeumwandlung des Werkstoffes) und das anschließende Abschrecken in Wasser, eine Härtesteigerung des Ausgangsstoffes zu erreichen. Durch die über 30-jährige Erfahrung der Linn High Therm GmbH im Anlagenbau, die Flexibilität der Anlagengestaltung und die Orientierung auf die speziellen Kundenanforderungen, wurde mit nachfolgend beschriebener Anlage eine effektive technische Lösung erzielt.

Variable Umluftofentechnik – Beispiel aus der Praxis

Die ständig steigenden Anforderungen an die Qualität von wärmebehandelten Bauteilen, die in den unterschiedlichsten Branchen zum Einsatz kommen (z. B.)

- Maschinenbau
- Fahrzeugbau (Straßenfahrzeuge, Luftfahrttechnik)
- Elektronik / Elektrotechnik / Elektronik
- Glas, Keramik

erhöhen auch die Anforderungen an die entsprechenden Erwärmungseinrichtungen. Gerade im Niedertemperaturbereich (bis ca. 600 °C) erfolgt die Wärmeübertragung überwiegend mittels Konvektion und darüber dann in steigendem Maße durch Wärmestrahlung.

Die Erzielung einer guten räumlichen Temperaturverteilung, (Forderungen von max. +/- 2 K sind inzwischen keine Seltenheit mehr) und kurze Durchwärmzeiten erfordern den Einsatz von Umluftöfen in den verschiedensten Bauformen.

Der im Maschinenbau allgemein bekannte Trend, dass der Kunde immer mehr die individuelle Lösung seines speziellen technologischen Problems wünscht und sich deshalb Standardanlagen nicht mehr in jedem Fall anwenden lassen, gilt natürlich auch für den Ofenbau.

Mit den aus der Vergangenheit bekannten Umluftkammeröfen, die weiterhin ihre Daseinsberechtigung haben, ist es häufig nicht mehr möglich, die spezifischen Kundenwünsche zu erfüllen.

Zur Lösung der teilweise sehr anspruchsvollen Aufgabenstellungen aus dem anfangs genannten Anwendungsbereich, müssen spezielle Maßnahmen ergriffen werden.

Die immer höher werdenden Anforderungen hinsichtlich Leistung, Energieverbrauch und Umweltentlastung, und das gilt für alle Branchen gleichermaßen, verlangen höchstmögliche Präzision bei Konstruktion und Herstellung der Bauteile und beim Betrieb neuer Maschinen und Anlagen. Diesen Bedingungen hat sich auch der Ofenbau zu stellen.

Im Folgenden soll ein Beispiel moderner Umlufttechnologie dargestellt werden. Dabei wurden nicht nur die technologischen Forderungen des Anwenders berücksichtigt, sondern auch die dort herrschenden ungünstigen Platzverhältnisse.

Lösungsglühanlage in Ausführung als Überkopffofen mit Beschickungsöffnung im Ofenboden, speziellen Warenträgern und Unterflur angeordnetem Abschreckbad.

Basierend auf der Aufgabenstellung des Kunden, nach Lieferung einer Anlage für das Lösungsglühlen von Alu-Blechen (550 °C), positioniert in einem Transportgestell, mit automatischem Abschrecken des Materiales und automatisiertem Prozessablauf, wurde eine Anlage konzipiert mit Anordnung des Abschreckbeckens unter dem Ofen zwecks Realisierung eines möglichst kurzen Transportweges der Charge. Zur Erhöhung der Glühkapazität des Ofens wurde ein Wechselsystem für die Beschickung der Anlage auf Basis von speziellen Transportgestellen vorgesehen.

Zur Erhöhung der Kapazität und des Durchsatzes der Ofenanlage wurden diese Transportgestelle speziell auf das Produkt abgestimmt.

Kurze Aufheizzeit und räumliche Temperaturverteilung von max. +/- 5 K sowie die Überwachung der Kühlwassertemperatur haben die Aufgabenstellung abgerundet. Die beschränkten Platzverhältnisse stellten eine weitere Herausforderung an den Ofenbauer.

Auf Grund der vorgenannten Aufgabenstellung wurde das System als Überkopffofen mit unter dem Ofen angeordneten Wasser-Abschreckbad und vorgesetztem Transport- und Verfahrssystem gestaltet.



Transportsystem:

Das Transport- und Beschickungssystem wurde durch ein auf einem Wagen aufgesetztes Transportgestell realisiert. Ein spezielles Aufnahmesystem dient zur Aufnahme der Werkstücke.

Auf Grund der thermischen Belastung und der im Prozessverlauf folgenden Abschreckung auf Raumtemperatur wurde ein entsprechender Werkstoff für diesen Anwendungsfall gewählt.

Das Wagensystem ist als Rahmenkonstruktion mit unten liegender Transportkette ausgebildet und vor der Ofenanlage in entsprechender Beladehöhe angeordnet. Der bestückte Warenträger wird bei Programmstart durch einen frequenzgesteuerten Getriebemotor und eine Transportkette in die Übergabeposition unter der Erwärmungsanlage transportiert. Dort wird das Gestell ausgekoppelt und die Transporteinrichtung fährt in die Ausgangsposition zurück.



Hubsystem:

Als Hubsystem zum Beschicken des Ofens und zum Absenken der Warenträger wurde ein speziell für diese Anwendung konzipiertes Hubsystem eingesetzt. Dieses ist mit einem Aufnahmearm versehen, der beim Absenken der Hubeinrichtung über den Warenträger selbständig in die Aufnahmelaschen des Warenträgers einrastet. Vier synchron laufende Transportketten heben das Gestänge und den Warenträger an und bringen ihn in den Nutzraum der Anlage. Dort wird das Gestell bis zum Absenken bzw. Beenden des Wärmebehandlungsprozesses gehalten. Die Absenkung des Gestelles erfolgt auf gleichem Weg wie bei der Übergabe an das Aufnahmesystem im Abschreckbad. Zur Realisierung der Prozessparameter muss dieser Ablauf in einer Zeit von ≤ 6 s erfolgen.

Überkopfofen:

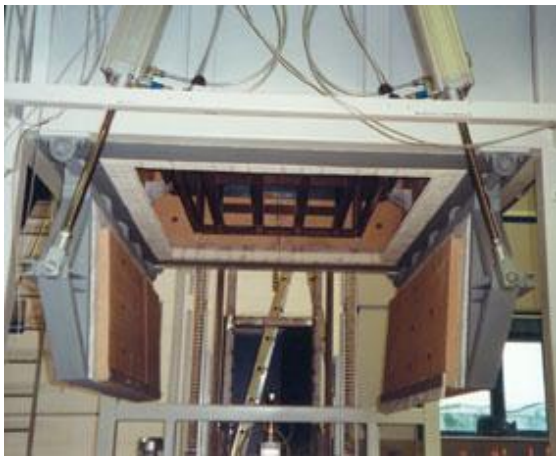
Die langjährige Erfahrung auf dem Gebiet der Fertigung von Umluftofenanlagen hat zu einem spezifischen System geführt.

Der Ofen ist als Bodenlader, mit vierseitig beheizter Ofenkammer und in der Decke angeordneten Heißgas-Umwälzventilatoren ausgeführt. Die Positionierung der Heißgas-Umwälzventilatoren mit einem Volumenstrom von $2 \times 70 \text{ m}^3/\text{min}$ ermöglicht eine effiziente Wärmeübertragung.

Die Gestaltung der Einströmöffnungen im unteren Teil der Ofenkammer und die speziell angeordneten Luftleitbleche gestatten eine gezielte Luftführung über das zu erwärmende Gut. Die Umwälzventilatoren saugen die erwärmte Luft radial an und verteilen diese durch entsprechende Düsen über die an den vier Seiten angeordneten Heizeinrichtungen (vertikale Luftführung).

Für den Einsatzfall wurde ein gestaffeltes, hochwertiges Isolationssystem aus Mineralfaserplatten und Vermiculitplatten gewählt, das die Anforderungen an die Isolationswerte erfüllt und minimale Wärmeverluste gewährleistet.

Aufgrund der Nutzraumabmessungen von 1300 mm x 1800 mm x 1550 mm (BxHxT) wurde die Ofenöffnung mit pneumatisch zu betätigenden, nach unten öffnenden zweiflügeligen Klapptüren ausgerüstet. Diese Gestaltung erlaubt ein schnelles Öffnen der Ofenkammer und auf Grund der Anordnung der Lüftersysteme geringe Wärmeverluste beim Chargiervorgang.



Abschreckbad:

Unterflur wurde ein Abschreckbad mit integrierter Aushebeeinrichtung, Umlaufkühlung und Wasserstandsüberwachung angeordnet.

Zur Rückkühlung des Wassers wurden die Innenseiten des Kühlwasserbehälters mit einem System von Kühlschlangen versehen, die mit einem kundenseitigen Wärmetauscher gekoppelt sind. Der Zulauf ist mit einem Schwimmerschalter, unter Berücksichtigung des Wasserstandes, gekoppelt und ermöglicht eine automatische Zudosierung des Kühlwassers bei Unterschreitung des Füllstandes.

Das im Abschreckbad angeordnete Aushebesystem hebt die eingebrachte Charge um 50 mm an und aktiviert durch diese Bewegung das Transportsystem.

Eine oszillierende Bewegung dieses Systems ermöglicht eine effiziente und schnelle Abkühlung des eingebrachten Gutes.

Nach erfolgter Abkühlung wird der Warenträger auf die Entnahmeposition angehoben und auf das Transportsystem abgesetzt. Eine variabel wählbare Verweilzeit ermöglicht die Einstellung der Abtropfzeit nach Bedarf und Bauteilgeometrie, um eine übermäßige Austragung von Wasser zu vermeiden.

Steuerung und Protokollierung:

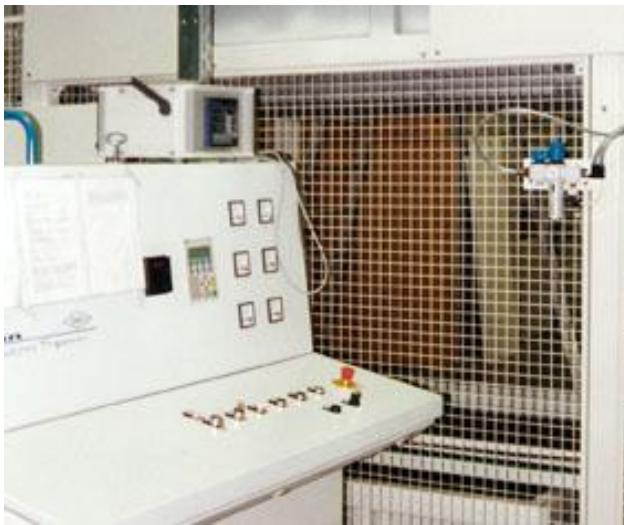
Alle Steuer- und Bedienelemente sind in einem separat stehenden Schaltpult untergebracht. Die Regelung erfolgt mit einem, dem Anwendungsfall entsprechenden Programmregler, der alle vom Kunden geforderten Abläufe und Parameter realisiert.

Für die Erfassung der Temperaturverteilung im Ofenraum und zum Nachweis der Einhaltung der geforderten Temperaturtoleranz von $\pm 5K$ ist die Anlage mit vier zusätzlichen Thermoelementen ausgestattet.

Dokumentiert werden Isttemperatur über die Zeitachse (5 Messstellen), die Solltemperatur und Haltezeit, Datum und Uhrzeit sowie interne Chargennummer und firmeninterne Kennzeichnung.

Die Darstellung des Prozessablaufes an einem externen Monitor und der Ausdruck dieser Parameter sind Stand der Technik.

Weiterhin ist auf Grund der Anlagenkonzeption die Verwendung entsprechender Sicherheitstechnik, wie Einhausung der Anlage, Sicherheitsverriegelung von Bedien- und Wartungsöffnungen realisiert gemäß der entsprechenden Vorschriften.



Verfahrensschritte

Der Gesamt Ablauf der Anlage stellt sich wie folgt dar:

- ❑ Beladen des Gestelles mit Glühgut
- ❑ Öffnen des Ofenbodens und Absenken der Hubeinrichtung
- ❑ Verfahren der Charge unter die Hubeinrichtung
- ❑ Anheben der Charge und Transfer in den Ofen
- ❑ Schließen der Ofentüren und Start des Heizprogrammes
- ❑ Rücklauf des Transportwagens in Beladeposition
- ❑ Beladen des zweiten Gestelles
- ❑ Nach Ablauf des Glühprogrammes erfolgen das Öffnen der Türen und Absenken der Charge in das Abkühlbecken auf den Ausheber des Wasserbeckens
- ❑ Anheben der Hubeinrichtung auf Beladeposition
- ❑ Oszillierende Bewegung der Ware im Abschreckbecken mittels Ausheber des Wasserbeckens
- ❑ Einfahren der zweiten Charge unter die Hubeinrichtung und Einbringen in die Ofenkammer
- ❑ Schließen der Tür und Start des Heizprozesses
- ❑ Anheben der Charge Nr. 1 und Aufsetzen auf den Transportwagen
- ❑ Nach dem Absenken des Aushebers und Ablauf der Abtropfzeit fährt der Transportwagen in die Entladeposition

Schlussbetrachtung

Die beschriebene Funktionsweise der Anlage zeigt eine Möglichkeit, wie durch die Anpassung eines grundlegenden und gängigen Erwärmungsverfahrens an die Anforderungen des Kunden eine komplexe Ofenanlage gestaltet werden kann. Zur Realisierung aller erforderlichen Prozessschritte und deren Änderung ist durch den gewählten Aufbau Hand- und Automatikbetrieb der Einrichtung möglich. Durch die jahrelangen Erfahrungen der Linn High Therm GmbH auf dem Gebiet des Lösungsglühens und Auslagerns von Aluminiumwerkstoffen, in Verbindung mit angepasster Umlufttechnik, wurde die Aufgabenstellung umfassend erfüllt.