

Biegeöfen für Windschutzscheiben von Bussen und Spezialfahrzeugen:

Ofentechnologie für Mischproduktionen

Bei Frontscheiben für Busse und Spezialfahrzeuge unterscheidet sich der Markt deutlich vom allgemeinen Autoglasmarkt. Die Produktionstechnologie, das Marketing und die Logistik für Busscheiben erfordern eine andere Herangehensweise als bei Pkw-Gläsern. Im folgenden Text sollen die Gründe dafür erörtert und ein Ausblick auf die zukünftigen technischen Entwicklungen gegeben werden.

Die produzierten Glasmengen für Busscheiben sind, bei einem breitgefächerten Bedarf an unterschiedlichen Glasformen, relativ gering. Dabei ist die Unterteilung in den Markt mit Originalteilen, OEM (Original Equipment Manufacturing), und Ersatzteilen, ARG (Auto Replacement Glass), weniger deutlich als bei Pkw-Glas.

In der Regel werden die Scheiben für Bushersteller von lokalen Produzenten gefertigt, da die Verpackung und ein langer Transport von großen, komplexen Scheiben schwierig und nicht besonders ökonomisch ist. Die Herstellung der Windschutzscheiben erfolgt meistens in Mischproduktion und wird häufig von kleineren und mittleren Produktionsbetrieben durchgeführt.

Die Durchschnittsgröße der Windschutzscheiben stieg in den letzten Jahren kontinuierlich an. Mit zunehmender Größe veränderte sich auch die Komplexität der Scheiben, und damit wurde auch der Biegeprozeß erschwert.

Dieser Trend zeigt, daß substantielle Ressourcen für die Entwicklung einer geeigneten Verarbeitungstechnik, besonders im Hinblick auf das Biegen, notwendig werden. Fachwissen und Produktionsanlagen, die dem neuesten Technikstand entsprechen, sind erforderlich, um ein realistisches Produktionsniveau zu erzielen.

Noch heute sind in vielen Ländern die Windschutzscheiben bei Bussen zweigeteilt. Bei einigen Modellen verläuft die Teilung horizontal, wobei die obere Hälfte eine größere Schräge aufweist als die untere. In Europa sind jedoch große einteilige Windschutzscheiben – sogenannte Monoblocks – üblich. Sie werden vor allem



Der Biegeofen „LFBA“ dient der Herstellung von großen Scheiben z. B. für Busse und Spezialfahrzeuge, und vereint die Vorteile eines vielseitigen Einkammerofens mit der Leistung und Kapazität eines Serien-Biegeofens

bei Charter- und Fernverkehrsbussen eingesetzt und sprechen den Nutzer nicht nur ästhetisch an, sondern verbessern auch die Sicht. Bei Glasbruch sind diese Scheiben aber wesentlich kostspieliger zu ersetzen als zweigeteilte Modelle.

Produktionsweise

Aufgrund der niedrigeren Reisegeschwindigkeit von Bussen stellt die Aerodynamik keinen kritischen Faktor dar und die Frontscheibe wird deshalb in einer vertikalen Stellung eingebaut. Um eine bessere Sicht zu erreichen, können die Falten der Scheiben bis auf fast 90° aufgebogen werden.

Der Herstellungsprozeß von Windschutzscheiben ist für Busse wie für

Autos derselbe. Beide Scheibentypen durchlaufen die selben Verfahren des Formens, Schneidens, Schleifens, Waschens, Bedruckens, Biegens, der Beseitigung von Luft(blasen), den Autoklaven und der Qualitätskontrolle. Die wichtigste Station bei der Herstellung ist das Biegeverfahren, daß es dem Hersteller ermöglicht, eine hohe optische Qualität sowie eine akkurate Form zu erreichen. Ohne ein perfektes Biegen scheitert der ganze Herstellungsprozeß. Ein leicht gebogenes, kleineres Halbglas ist unter Einsatz herkömmlicher Laminier- und Biegemaschinen relativ leicht zu verarbeiten. Große Monoblocks hingegen erfordern ausgeklügelte Produktionstechniken.

Schub-/Los-Verarbeitung bei Einkammeröfen

Windschutzscheiben für Busse werden häufig in langsam arbeitenden Einkammeröfen gebogen. Zur Kapazitätserweiterung stattdessen die Hersteller ihre Produktionen meistens mit zusätzlichen Biegeeinrichtungen aus. Ein manuell betriebener Ofen ist ein Einfach- oder Doppelkammerofen mit einer geschlossenen Kammer oder einem geschlossenen Wagen. Ein solcher Ofen eignet sich für kurze Produktionsgänge und bietet eine gute Formkontrolle – bei niedrigen Werkzeugkosten. Nachteilig ist jedoch eine schlechte Repetierung, d. h. wenn Scheiben nachbestellt werden, können im Rahmen der engen Toleranzbestimmungen Differenzen bei der erneuten Herstellung eines bestimmten Scheibentyps entstehen.

Aufgrund strenger Anforderungen an die Qualität der Glasoptik werden deshalb die meisten Biegeöfen für Buswindschutzscheiben elektrisch beheizt. Die zu bearbeitenden Scheiben werden mit Hilfe der Schwerkraft gebogen, mit folgenden Vorteilen:

- hohe optische Qualität und Formgenauigkeit,
- hohe Flexibilität, große und kleine Serien können in gemischter Produktion hergestellt werden,
- niedrige Werkzeugkosten bei Misch-Produktion,
- niedrige Gesamtinvestitions- und Betriebskosten.

Kombinierte Biegeleistung

Ende der 80er Jahre entwickelte Glassrobots eine Biegeofenstraße deren erste vollautomatische Version 1993 vorgestellt wurde. Mit bisher 30 verkauften Anlagen zählt das Unternehmen zu den führenden Herstellern von Serien-Biegeöfen für große Frontscheiben von Bus- und Spezialfahrzeugen.

Von dem „LTFB-Ofen“ sind zwei Versionen auf dem Markt: eine vollautomatische „LTFBA“ und eine halbautomatische „LTFB“. Der „LTFB-Ofen“ vereint (bei beiden Versionen) die Vorteile eines vielseitigen Einkammerofens mit der Leistung und Kapazität eines Serien-Biegeofens.

Das Glas wird in aufeinanderfolgenden Abschnitten aufgeheizt und abgekühlt; das Biegen erfolgt in einem geschlossenen und kontrollierten Teil der Maschine. Ein Baukastensystem ermöglicht dem Kunden, einen Ofen mit einer gewünschten Kapazität auszuwählen – mit der Option, die Kapazität nachträglich zu erweitern. Sollte dies der Fall sein, kann der Ofen mit zusätzlichen Sektionen erweitert werden.



Der Doppeltagen-Tunnelofen von Glassrobots hat zwei verschiedene Arbeitsbereiche: im oberen Bereich ist die Vorheizspur untergebracht, im unteren Teil die Abkühlspur. Sobald der Ofen mit Glas beschickt wird, führt die vollautomatische Steuerung das Glas durch die Vorheizzonen zur Biegestation und über die Abkühlspur zurück zur Beladestation (rechts im Bild)

Der „LTBFA-Ofen“ ist ein Doppeltagen-Tunnelofen mit einer oberliegenden Vorheizspur und einer Abkühlspur im unteren Teil. Sobald der Ofen mit Glas beschickt wird, führt die vollautomatische Steuerung das Glas durch die Vorheizzonen zur Biegestation und dann über die Abkühlspur zurück zur Lade-/Entladestation.

Die Kontrolle der Scheibe basiert auf einer kontinuierlichen Messung der Glasktemperatur über einen optischen IR-Pyrometer. Das Standardmodell des „LTBFA-Ofens“ besitzt zwischen einer und vier Vorheizzonen sowie eine Biegestation, abhängig von der jeweils erforderlichen Kapazität. Der untere Teil des Ofens enthält bis zu vier Abkühlzonen und eine Lade-/Entladestation.

Die Beheizung erfolgt elektrisch, was eine geregelte Beheizung garantiert.

Je höher die Glasktemperatur, desto genauer muß die Temperaturkontrolle sein, um die gewünschte Form zu erhalten. Die Vorbiegestufen bestehen in der Regel aus einteiligen Heizelementen mit gemeinsamer Steuerung. Eine Ausnahme bilden hier die längeren Ofen-Einheiten, bei denen die Heizelemente der letzten Vorbiegestufe einzeln gesteuert werden können. Die Heizelemente des Biegeabschnitts sind meistens in

drei Teile unterteilt, die separat gesteuert werden können.

Wärmekontrolle

Einige komplex geformte Frontscheiben können in Öfen mit herkömmlichen Beheizungssystemen nicht gebogen werden. Abgerundete Ecken und enge Radien erfordern in diesem Fall besondere Maßnahmen.

Beim Gravitationsbiegen ist es das Hauptanliegen, die Hitze auf die

richtigen Bereiche zu konzentrieren. Verschiedene Methoden stehen zur Verfügung um die Strahlung und die Konvektion im Biegebereich zu steuern bzw. zu kontrollieren. Hitzeschilder und -abdeckungen blockieren die Strahlung auf zentrale Bereiche; Wärmeabsorptionsplatten können die Wärme von zentralen Bereichen wegnehmen. Wärmespiegel ermöglichen, die Wärme in Eckbereichen zu intensivieren, und Zusatz-Heizelemente auf dem Biegewerkzeug leiten die Wärme in Eckbereiche. Und mit Hilfe von Druckluft kann die lokale Konvektion gesteigert werden.

Um allerdings schnellere Arbeitszyklen zu erreichen, ist eine Automatisierung erforderlich. Dazu hat Glassrobots den „LTFBA-Ofen“ mit vertikal verstellbaren Heizelementen, VAHE (Vertically Adjustable Heating Elements), ausgestattet.



Der „LTFBA-Ofen“ ist mit vertikal verstellbaren Heizelementen, den VAHE (oben im Bild), ausgestattet. Diese sollen nicht nur den Energieverbrauch senken, sondern auch schnellere Arbeitszyklen ermöglichen

Diese sind in drei oder fünf Einheiten unterteilt und können einzeln gesteuert und kontrolliert werden. Diese Konstruktion basiert auf den Architektur-Öfen von Glassrobots aus den späten 80er Jahren. Durch absenkbare Heizelemente kann die Strahlungskraft mehr als verzehnfacht werden, und das bei einer deutlich niedrigeren Streustrahlung, verglichen mit fest installierten Heizelementen. Ein Temperatursystem, bestehend aus einem zusätzlich installierten Pyrometer im Biegeabschnitt, garantiert eine symmetrische Beheizung. Die Glastemperatur wird symmetrisch gemessen und bei Veränderungen gleicht das Kontrollsystem das Beheizungsmodell automatisch aus. Außerdem lassen sich zusätzliche Heizelemente, die auf dem Biegewerkzeug angebracht werden, in drei Heizsegmente (3-Part-Extra Heating Elements) unterteilen.

Verbesserte Mischproduktion

Glassrobots hat ein neues Kontroll- bzw. Steuerungskonzept für die Mischproduktion entwickelt, das die Wiederholgenauigkeit des Ofens stark verbessert: Scheiben aus verschiedenen Chargen können damit auch zeitlich versetzt sehr genau reproduziert

werden. Dabei soll das Steuerungssystem auch bei wiederholter Fertigung eines Scheibentyps eine ausgezeichnete Genauigkeit der Scheibenform garantieren und gleichzeitig die Kapazität des Ofens optimieren.

Dieser wird durch eine programmierbare Verknüpfungssteuerung (PLC) gefahren. Die Instrumentenausstattungen des Ofens, z. B. mit Heizelementen, Thermoelementen, IR-Pyrometern, Motoren, Invertern und Grenzschnaltern sind an das PLC-System angeschlossen. Ein PC verknüpft das System über eine windowsbasierte Grafik-Schnittstelle



Ein PC verknüpft das System über eine windowsbasierte Grafik-Schnittstelle mit der Prozeßsteuerung und den Kontrollvorrichtungen

mit der Prozeßsteuerung, der Programmierung, der Prozeßdatenerfassung und der Protokollierung sowie mit dem Massenspeicher für die Biegeprogramme.

Der Arbeiter erhält in Echtzeit Information über den Biegeprozeß und die restlichen Funktionen des Ofens. Die Grafik-Schnittstelle beinhaltet die folgenden Funktionen:

- klare und anschauliche Anzeige bei der Prozeßüberwachung;
- drei Programmierarten: Schaffung einer neuen Programmierung, Aufbereitung alter Programme und Aufzeichnen im PC-Speicher von manuell durchgeführten Biegungen;
- drei Betriebsarten: Automatikbetrieb für normale Produktionsabläufe, Handbetrieb für Korrektur und Optimierung der Biegeprogramme und Step-By-Step-Betrieb für Wartungs- und Inspektionsarbeiten;
- voreingestellter Anlauf-Zeitschalter;
- Produktionsprotokolle.

Eine unterbrechungsfreie Stromversorgungseinrichtung (USV) und eine Pufferbatterie schützen den Prozeßrechner vor Spannungsabfall und anderen Störfällen im Netz.

Das patentierte Steuerungssystem „Fuzzy-Bend“ liefert Vorteile speziell bei Systemen mit acht bis zehn Beschickungswagen und eliminiert Auswirkungen der Misch-Produktion wie:

- häufiger Produktionswechsel,
- Wärmeausgleichbestrebungen des Ofens,
- äußere Einflüsse und Schwankungen in der Versorgungsspannung.

Hohe Effizienz

Bei der Konstruktion der Öfen haben die Hersteller vor allem den Nutzer im Blick, die graphische Bedienerschnittstelle vereinfacht deshalb den Betrieb des Ofens. Beim Be- und Entladen erleichtern spezielle Vorrichtungen das Handling der Glasscheiben. Außerdem verringern sich die Gesundheitsprobleme der Arbeiter, da das manuelle Heben der schweren Lasten deutlich reduziert wird. Das am meisten gebrauchte Ladegerät ist eine Hebevorrichtung, mit der der Arbeiter die Scheiben komplett aus

den Wagen herausheben und drehen kann. Dieses Werkzeug besteht aus vier Liftern, die in einer Mulde unter dem Ladebereich eingelassen sind. Dazu kommt eine manuelle Dreh-Vorrichtung („Flip“-Vorrichtung) für die Scheiben, die mit horizontalen Walzenarmen, dem sogenannten „Flip-Flap“, ausgestattet ist.

Das Zustandsüberwachungs- und Wartungs-System, CMMS (Condition Monitoring and Maintenance System), minimiert die Stillstandszeiten und maximiert die Betriebszeit. Das System unterstützt die Präventiv-wartung durch Vorgabe von War-tungszeitplänen, in Abhängigkeit von den Betriebsstunden sowie durch Anzeigen von Fehlfunktionen im Ofen. Die Techniker von Glassrobots können mit dem Prozeßrechner der Maschine via Modem und mit Hilfe einer Ferndiagnose-Software („Glass-Butler“) kommunizieren.

Kosteneffektive Lösungen

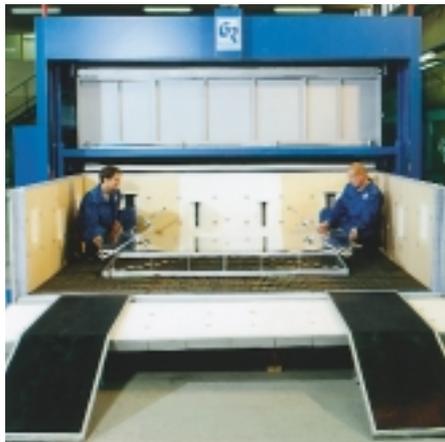
Der seriell hergestellte Biegeofen wurde in erster Linie als eine preis-werte Lösung mit niedrigen Betriebs-kosten entwickelt. Seine Tunnelkon-struktion garantiert nach Hersteller-angaben einen niedrigen Energiever-bruch und ermöglicht auch, kleine Serien in Mischproduktion zu fahren.

So ist es möglich, in jedem Ofen-Transportwagen eines Durchlaufs unterschiedliche Windschutzscheiben in den Glasofen einzubringen.

Während des Biegeprozeß kann der Betreiber andere Aufgaben über-nehmen, da die Automatisierung dafür sorgt, daß der Ofen nicht permanent besetzt werden muß.

Glasbruch während des Vorheizens war früher beim Biegen ein Problem. Heute kann er meistens vermieden werden, indem größere Windschutz-scheiben während des Vorheizens mit Hilfe einer Halterung gestützt werden. Um Schäden an der Scheibe zu vermeiden, sollte diese Halterung manuell bzw. automatisch entfernt oder abgesenkt werden, bevor der Biegeprozeß einsetzt.

Eine „automatische Zentralstütze“ (Automatic Central Support) besitzt zwei Motoren, die außerhalb des Ofens in der Biegesektion liegen sowie ein mechanisches Haltesystem



Die Transportwagen können auch manuell beschickt werden, dabei erleichtern die klappbaren Wände das Beladen

in jedem Wagen. Das Glas oder das Biegewerkzeug können so gestützt werden, je nachdem welches System der Kunde verwendet. Die Funktion dieser Stützhalterung hängt vom Pyrometer-Wert des jeweiligen Glases ab.

Zukunftsperspektiven

In Zukunft werden sich Verarbeiter von Windschutzscheiben darauf ein-stellen müssen, moderne Technologien zu nutzen, um die funktionellen Eigenschaften der Frontscheiben zu verbessern. Geforscht und entwickelt wird vor allem im Hinblick auf Sonnenschutzgläser, Mikrodrähte und Beschichtungen, die in beheizten Windschutzscheiben verwendet werden, sowie integrierte Antennen-systeme und Sensoren.

Nur durch permanente Entwicklung und das Anpassen an neueste Tech-niken, werden der Verarbeiter von Frontscheiben und die Hersteller von Biegeöfen in der Lage sein, ihre Positionen im Wettbewerb zu sichern. Die Schlüsselfaktoren, die zum Erfolg führen, sind – wie immer – Kosten-effizienz, Prozeß- und Produkt-qualität.

Anders Holmqvist

Glassrobots
FIN-33960 Pirkkala, Finland
Tel. (0 03 58) 3 31 32 30 00
glassrobots@glassrobots.fi