

Gebackene Elektroblechpakete? Fragen Sie uns!

Die Technologien zum Verbacken von Elektroblech sind unterschiedlich mit grossen Auswirkungen auf das Stator- und Rotorpaket.

Jeder Hersteller von gebackenen Elektroblechpaketen hat seine eigenen Technologien und Verfahren zum Verbacken von Backlack beschichtetem Elektroblech entwickelt. Backlack ist im Kern ein Epoxidharz, welches vor dem Beschichten mit Härter gemischt wird, so dass es unter Druck, Temperatur und Zeit chemisch aushärtet. Damit wird das Elektroblech vollflächig hochfest verklebt. Die Hersteller des Backlacks geben ein Verarbeitungsfenster vor, welches die Zeitdauer in Abhängigkeit der Temperatur vorgibt. Je höher die Temperatur, desto kürzer ist die Aushärtezeit des Backlacks. Vorausgesetzt ist ein ausreichender Druck, damit die Backlacksschichten gleichmässig zusammenfliessen.

Chargenofen

Die bekannteste und verbreitete Technologie ist das Verbacken im Ofen. Dabei werden Elektrobleche gestapelt und in Backwerkzeugen mit Federn unter (Back-)Druck gesetzt. Die Backwerkzeuge mit den Elektroblechen werden anschliessend bei 200°C für 2h im Ofen gebacken und für ca. 30 Minuten auf Raumtemperatur heruntergekühlt. Nun werden die Federn entspannt und die gebackenen Stator- und Rotorpakete entnommen. Dieser Prozess ist reproduzierbar und etabliert. Der Prozess ist aber nicht serientauglich, da die **Zykluszeiten gegen 3h** betragen und bei grossen Werkzeugen noch länger.

Weiterentwicklung Durchlaufofen

Der Durchlaufofen ist die Weiterentwicklung des oben genannten Chargenofens. Die Werkzeuge sind identisch. Der Durchlaufofen besteht aus einer Ofenstrecke und einer Kühlstrecke. Die Werkzeuge werden auf Förderelementen durch den Ofen bewegt. Durch hohe Luftgeschwindigkeiten und spezielle Düsen kann die Erwärmung beschleunigt werden, was die Zykluszeiten reduziert. Allerdings werden durch den schnelleren Wärmeeintrag die Elektrobleche aussen schneller warm als innen, was zu einer asymmetrischen Temperaturverteilung in den Stator- und Rotorpaketen führt, dadurch die Verklebung nicht durchwegs identisch ist und sogar ein Verzug im Bauteil entstehen kann, was sich z.B. auf die Ebenheit sehr negativ auswirken kann. Zudem wird der Effekt der Temperaturdifferenz aussen zu innen durch die Geometrie (z.B. ein Rotorpaket mit Magnetaschen, wo die Magnetaschen Wärmebarrieren darstellen) noch verstärkt. Das Verfahren ermöglicht zwar kürzere Zykluszeiten (ca. 1.5h), eine gute Qualität wird aber nur erreicht, indem der **Prozess und der Ofen auf die vorliegende Geometrie hin optimiert** werden.

Backen im Werkzeug

Eine weitere Technologie ist das Verbacken direkt im Stanzwerkzeug. Dabei wird direkt unter der Ausstanzmatrize eine Wärmeeinheit eingebaut. Die Lamellen werden nach dem Stanzen durch diese Wärmeeinheit geführt, erwärmen sich und werden mit einem Gegendruck beaufschlagt. Nach einer bestimmten Anzahl Lamellen wird entweder eine Trennschicht aufgeklebt oder der Stapel ausgestossen, damit einzelne, getrennte Pakete entstehen.

Es entstehen mehrere Zielkonflikte:

- ▶ Eine hohe Stanzgeschwindigkeit (hoher Output) reduziert die Zeit der Lamellen in der Wärmeeinheit (weniger feste Verklebung)
- ▶ Das Stanzwerkzeug sollte möglichst homogen auf Raumtemperatur gehalten werden, damit die Schneidspalte und Positionen zwischen Stempel und Matrizen stimmen, die Wärmeeinheit muss sehr warm sein für eine rasche und gute Verklebung
- ▶ Die Wärmeeinheit kann die Lamellen meist nur von aussen fixieren und erwärmen, es entstehen dieselben Probleme wie beim Durchlaufofen



Diese Konflikte werden daher in der Regel so gelöst, dass ein Kompromiss zwischen diesen Themen gefunden werden muss. Dadurch entstehen gebackene Stator- und Rotorpakete, die eine **tiefe Festigkeit, höhere Stapelfehler und grosse Formtoleranzen (Rechtwinkligkeit und Parallelität) aufweisen**. Dazu kommen aber noch Nachteile, die erst auf den zweiten Blick sichtbar werden: **Tieferer Stapelfaktor, Setzverhalten beim Verbau und über die Temperaturzyklen**, was bei segmentierten Statoren z.B. eine Reduktion des Innendurchmessers über die Zeit bedeuten kann!

Backen als separierter Prozess

Die SWD Technologien BPS® (für Segmente) und EPS® (für grosse Statoren und Rotoren) zeichnen sich dadurch aus, dass Stanzen und Backen getrennt in eigenen Werkzeugen stattfinden. Damit kann jeder Prozess in seinem Optimum betrieben werden und es sind keine Kompromisse notwendig. Die Verkettung erfolgt über eine Automation.

Damit erreichen wir maximale Stanzgeschwindigkeiten und kürzeste Backzeiten durch höhere Temperaturen und mehr Backdruck. Mittlerweile sind unsere Backprozesse so ausgereift, dass wir bei kleinen Bauteilen wie Segmenten **Backzeiten von 3-4 Minuten** erreichen und über dynamische Backprozesse (dynamische Steuerung der Temperatur und des Backdrucks) eine **maximale Verklebung**, einen **maximalen Stapelfaktor und beste Rechtwinkligkeiten und Ebenheiten** erreichen. Unsere Technologie ermöglicht auch die höchst präzise Ausrichtung der Lamellen und somit kleinste Toleranzen. Auch zeigen die Segmente keinerlei Setzverhalten da der Backlack vollständig ausgehärtet und der Stapelfehler minimal ist.

Bei grossen Statoren und Rotoren optimieren wir die Backrezepte ebenfalls laufend. Der Kern unserer Technologie ist eine gleichmässige und flächige Erwärmung der Lamellen, unabhängig von der Geometrie. Gepaart mit dem oben erwähnten dynamischen Backprozess können wir die Pakettoleranzen und -eigenschaften in vielen Dimensionen positiv beeinflussen und so das bestmögliche gebackene Paket herstellen. Der dynamische Backprozess erlaubt auch die **Anpassung an verschiedene Materialhersteller** und Backlackbeschichtungen in kürzester Zeit.

SWD AG – Ihr Partner

Die SWD AG - Stator- und Rotortechnik ist ein innovatives mittelständisches Unternehmen. Wir widmen uns ganz der Entwicklung und Produktion von Blechpaketen und unterstützen unsere Kunden mit neuen Technologien vom Muster bis zur Grossserie.

