

PROZESSSPEZIFISCHE FUNKTIONALISIERUNG DES OBERFLÄCHENSCHICHTVERBUNDES VON KARTON ZUR MINIMIERUNG VON SCHÄDIGUNGEN BEIM 3D UMFORMEN

BMW IGF 17804 BR | Laufzeit: 06.2013 – 04.2016 | Marek Hauptmann, TU Dresden VAT; Beatrix Genest, SID Leipzig; Matthias Langer, Bernd Morgenstern, Frauke Junghans, Andreas Lehm, FILK Freiberg
Categories: Functional Layer Systems

AUSGANGSSITUATION

Der Oberflächenschichtverbund von Karton, der sich in der Verpackungstechnik zur Veredelung des Materials weitgehend durchgesetzt hat, wird bei der 3D-Umformung durch die mechanischen und thermischen Beanspruchungen bislang durchweg unzulässig beschädigt.

PROJEKTZIEL

Das Ziel des Forschungsprojektes war es daher, die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Oberflächenschichten und zwischen Oberfläche und Werkzeug zu untersuchen und durch gezielte Modifikationen von Grundsicht, Farbschicht und Deckschicht einen Maßnahmenkatalog zu erarbeiten, der die Entwicklung eines funktionsoptimierten Oberflächenschichtverbundes für die Umformung zulässt. Damit sollten die bestehenden verfahrenstechnischen Limitierungen bzgl. der Umformung von bedruckten Kartonaugen verringert und zugleich die Basis für die Entwicklung neuer faserbasierter oberflächenveredelter Ziehmaterialien geschaffen werden, um den Umformprozess Ziehen als attraktiven Prozessschritt bei der Herstellung aufwendiger dreidimensionaler Kartonverpackungen nutzen zu können.

LÖSUNGSWEG

Im Rahmen des Projektes sollten Erkenntnisse zu den Wechselwirkungen zwischen den Kenngrößen des Ziehprozesses und der Materialzusammensetzung der einzelnen Schichten des Oberflächenschichtverbundes bzw. den sich daraus ergebenden Eigenschaften wie zum Beispiel Duktilität, Haftfestigkeit, Bedruckbarkeit, Kompressibilität, Reibverhalten sowie dem resultierenden Systemverhalten erarbeitet werden, auf deren Grundlage sich ein Maßnahmenkatalog ableiten lässt, der die Entwicklung eines funktionsoptimierten Oberflächenschichtverbundes zulässt.

Ein weiteres wesentliches Ziel des Projektes war, die Ermittlung der Umformeignung eines Oberflächenschichtverbundes mittels einer Ersatzprüfstrategie anhand objektiv messbarer Kenngrößen wie zum Beispiel der Zugfestigkeit, der Bruchdehnung oder der Biegesteifigkeit zu entwickeln. Die Herausforderung bestand darin, aussagefähige Kenngrößen zur quantitativen Bewertung der Umformeignung zu schaffen und diese für den Einsatz in der Praxis und zur reproduzierbaren Bestimmung in einer standardisierten Prüfmethode abzubilden.

Ein weiteres Ziel des Projektes war die Berücksichtigung der plastischen Dehnung sowie der Materialverschiebung aufgrund der Faltenbildung während des Tiefziehprozesses bei der Druckbildgestaltung. Die entstehenden Verzerrungen infolge des anisotropen Materials Karton sollten in der Druckvorbereitung berücksichtigt werden.

ERGEBNISSE

Bei der Herstellung von Oberflächenschichtsystemen können die Eigenschaften der Grundsicht, der Drucksicht sowie der Decksicht durch den unterschiedlichen strukturellen Aufbau, die chemische Zusammensetzung und durch die Verarbeitungsbedingungen eingestellt werden. Die vorliegenden Untersuchungen haben ergeben, dass ein konventioneller Schichtaufbau bestehend aus mineralischem Strich als Grundsicht sowie einem temperaturbeständigen Farb- und Ziehlacksystem als Druck- und Decksicht für die 3-dimensionale Umformung geeignet ist. Dabei sollte der Aufbau des mineralischen Striches aus einem Pigment mit sphärischer, kristalliner Struktur (z. B. Kalziumkarbonat) sowie einem Bindemittel mit einer hohen Glasübergangstemperatur bestehen. Auf Pigmente mit einer ebenen flächigen Struktur wie z.B. Kaolin sollte weitgehend verzichtet werden, da diese hohe Umformkräfte bewirken und zu einer geringeren Faltenanzahl führen. Die Verwendung einer biopolymerbasierten Extrusionsschicht als Grundsicht des Oberflächenverbundes hat sich in den vorliegenden Untersuchungen als negativ herausgestellt, da es aufgrund des Wärmeeintrages während der Umformung zur Plastifizierung und damit zu einer abrasiven Schädigung des Materials kommt. Hingegen kann die Formhaltigkeit der Ziehteile durch den Einsatz einer Extrusionsschicht als Decksicht in Abhängigkeit der Schichtdicke verbessert werden. Im Bereich der Decksicht zeigten temperaturbeständige Ziehlacksysteme mit einer hohen Glasübergangstemperatur gute Reibeigenschaften kombiniert mit einer hohen Scheuerbeständigkeit und somit guten Schutzfunktion der Farbschicht. Die Betrachtung der Interaktion von Decksicht und Werkzeugoberfläche als Reibpaarung zeigte, dass durch die Verwendung einer Titanitrid Beschichtung der Reibwiderstand und somit die Abrasion deutlich reduziert werden kann. Durch die gewonnenen Erkenntnisse konnten abschließend 2 Oberflächenverbunde hergestellt werden, die den kommerziellen oberflächenveredelten Kartonagen bei der Umformung im Ziehprozess bzgl. ihrer Belastbarkeit und optischen Qualität deutlich überlegen waren.

Die Grundlage für die Einschätzung der Umformeignung für Oberflächenverbundsysteme war die Entwicklung einer objektiven Bewertungsstrategie der Ziehteile. Zu Projektbeginn existierte keine Bewertungsmethode zur Beurteilung der Umformeignung von Ziehmaterialien, welche neben den Qualitätswerten für Formhaltigkeit und Faltenanzahl auch eine systematische Analyse der Prozessdaten wie zum Beispiel dem Stempelkraftverlauf beinhaltet. Demnach wurden im ersten Teil des Projektes charakteristische Punkte der Stempelkraftkurve ermittelt, welche die maßgeblichen Eigenschaften des Umform-, Kompressions- und

Reibverhaltens von oberflächenbeschichteten Materialien während des Ziehprozesses beschreiben. Dabei zeigten die Ergebnisse der Materialtests im Vergleich mit den Kenngrößen der Umformung, dass die Anzahl der Falten sowie die charakteristischen Umformkräfte mit dem E-Modul als messbare Größe des Spannungs-Dehnungsverlaufes gut abbildbar sind. Mit einem steigenden E-Modul nehmen die Umformkräfte sowie die Faltenabstände zu. Folglich sinkt die Anzahl der Falten mit dem Anstieg des E-Moduls. Als weitere Kenngröße kristallisierte sich die Scheuerfestigkeit der Deckschicht als Kriterium der optischen Qualität der Druckschicht heraus. Dabei werden die Deckschichten einer bestimmten Anzahl abrasiver Belastungen ausgesetzt und dabei die Verschiebung des Farbortes im Vergleich zu einer unverschmutzten Probe in Form eines Delta-E-Wertes bestimmt. Je größer die Anzahl der Hübe ohne sprunghafte Erhöhung des Farbortes ist, desto höher ist die Scheuerfestigkeit der Deckschicht und desto weniger Beschädigungen der Farbschicht entstehen während der 3-dimensionalen Umformung von Karton.

Zur Ermittlung der Materialdehnung wurde im Projekt ein Analysealgorithmus entwickelt, welcher die Dehnung des Materials in Abhängigkeit des Winkels sowie der Ziehtiefe automatisiert ermittelt. Außerdem wurde die Faltenbildung durch eine Materialvorschädigung in der Art verändert, dass ein winkelunabhängiges homogenes Faltenbild mit einem vorhersagbaren Ort der Faltenentstehung bzw. des Faltenverlaufs entsteht. Mit Hilfe der Erkenntnisse der Materialdehnung sowie der Faltenbildung wurde ein Druckbild entwickelt, welches den Anforderungen der Umformung von Karton mittels Tiefziehen entspricht und zu einer deutlichen Verbesserung der optischen Qualität der Druckbilder führt.

Die gewonnenen theoretischen Kenntnisse über Zusammenhänge von Materialeigenschaften und Umformverhalten versetzen die Projektpartner in die Lage, Oberflächenverbundsysteme gezielt für 3-dimensionale Umformung zu optimieren sowie die prozessspezifische Faltenbildung und Materialdehnung in der Druckbildgestaltung auszugleichen. Diesbezüglich kann die Umformbarkeit der Oberflächenverbundsysteme anhand der im Projekt entwickelten Ersatzprüfstrategie unabhängig von der 3-dimensionalen Umformung bestimmt werden. Damit sind die Projektziele vollständig erreicht worden.

Bericht anfragen

DANKSAGUNG

Das Forschungsvorhaben IGF 17804 BR der AiF-Forschungsvereinigung IVLV e. V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Dafür sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages
