

## Presseinformation

30.10.2014

Henkel und Quickstep präsentieren die Ergebnisse einer Studie zu Benzoxazine-Harz und einem OoA-Verfahren zur Produktion von Bauteilen für die Luftfahrtindustrie.

### Verbundfaserwerkstoffe für Hochtemperaturanwendungen

Für hochtemperaturbeständige Flugzeug- und Hubschrauberkomponenten werden anstelle von Metallen zunehmend glasfaserverstärkte Verbundwerkstoffe auf Polymerbasis in Erwägung gezogen. Da für die Herstellung derartiger Bauteile nur sehr wenige Harze zur Auswahl stehen, haben Henkel und Quickstep in einer Studie untersucht, ob sich ein Loctite Benzoxazine-Harz für einen energieeffizienten und fertigungsgerechten OoA-Prozess (Out-of-Autoclave-Prozess) eignet. Dieses Harz zeichnet sich durch hohe Glasübergangstemperaturen, hohe Temperatur- und Feuchtebeständigkeit, Stabilität bei der Lagerung bei Raumtemperatur und einfache Handhabung aus.

Die Anwendung von Flüssigharz-Prozessen wie z. B. die Harzinjektion (RTM, Resin Transfer Moulding) und die vakuumunterstützte Harzinjektion (VARTM) hat in den letzten Jahren bereits rasant zugenommen. Zudem besteht ein großer Bedarf, die Anwendungsbereiche auf Bauteile für die Luftfahrtindustrie auszuweiten, da sich diese Prozesse auch für die effiziente Produktion großer und komplexer Teile eignen und sich mit ihnen die mit dem üblichen Prepreg-Autoklav-Verfahren verbundenen Kosten vermeiden lassen. Auch wenn Flüssigharz-Prozesse durchaus ihre Vorteile haben, gibt es Gründe, die gegen ihre Nutzung für Primärstrukturen und Hochtemperaturanwendungen sprechen. Ursächlich hierfür sind die Einschränkungen, die es bei den verfügbaren Kunstharzsystemen zu berücksichtigen gilt – z. B. in Bezug auf:

- Festigkeit
- Hohe Temperaturbeständigkeit
- Gute Infusionseigenschaften
- Stabile Viskosität bei Infusionstemperatur
- Kosteneffiziente und kontrollierte Erhitzung und Abkühlung während des Prozesses

In der von Henkel und Quickstep durchgeführten Studie wurden aus einem Benzoxazine-Harz hochtemperaturbeständige Verbundlaminat- und -bauteile in einem Verfahren mit deutlich kürzeren Zykluszeiten mit schnellem Erhitzen und Abkühlen hergestellt. Anschließend wurden die wesentlichen Parameter der mechanischen Festigkeit gemessen und protokolliert. Danach wurde mit demselben Verfahren ein gebogenes, integral versteiftes Verbundpaneel produziert, um zu demonstrieren, dass der Prozess auch für die Produktion komplexer Bauteile und somit für Luftfahrtanwendungen geeignet ist.

### **Werkstoffe mit hoher Temperaturbeständigkeit**

Als Verbundwerkstoffe für Hochtemperaturanwendungen kommen allgemein Duroplaste auf Basis von Epoxidharz, Polyimid, Polyurethan, Bismaleimid (BMI), Benzoxazin und Zyanatether zum Einsatz. Die Auswahl des speziellen Stoffsystems richtet sich nach dem jeweiligen Anwendungsbereich. Die Bearbeitung ist jedoch je nach Harztyp sehr unterschiedlich und es gilt in jedem Fall, die spezifischen Eigenschaften wie Schaumbildung, Topfzeit und Infusionstauglichkeit einschließlich Viskosität, Infusions- und Aushärtetemperatur usw. zu berücksichtigen.

Da ihre chemische Zusammensetzung der von Phenolharzen ähnelt, zeichnen sich Benzoxazine durch ausgezeichnete Flammhemmung und sehr geringen Härtingsschumpf aus. Im Gegensatz zu Phenolharzen härten sie ohne Abspaltung flüchtiger Stoffe aus und bieten im ausgehärteten Zustand deutlich bessere Eigenschaften. Henkel hat eine Reihe kommerzieller Benzoxazine-Systeme eingeführt, die zur Verwendung in Prepreg-, Klebe- und Infusionsprozessen geeignet sind. Für diese Studie wurde Loctite BZ 9130 AERO ausgewählt und mit Hilfe des Quickstep-Prozesses für das Infusionsverfahren charakterisiert. Einige der wesentlichen Merkmale dieses Harzes sind:

- Stabil bei Raumtemperatur, daher ohne Kühlung lagerbar.
- 1-Komponenten-System, daher ist kein Anmischen erforderlich.
- Fließfähig in einem breiten Temperaturbereich, daher auch für große und komplex geformte Teile geeignet.
- Stabile niedrige Viskosität bei Infusionstemperatur.
- Niedrige Wärmeabstrahlung beim Aushärten, daher reduziertes Risiko exothermer Reaktionen.
- Hohe Temperatur- und Feuchtebeständigkeit, daher für Anwendungen mit höheren Betriebstemperaturen geeignet.
- Höhere Festigkeit.

### **Umweltverträgliche Verarbeitung**

Das Ziel ist eine Technologie zur Infusion von Harzvorformlingen, um Prepreg- und Autoklavprozesse zu vermeiden. Dies ist schon allein von Vorteil, da hierdurch Vorimprägnierungsprozesse, die Kühlung bei der Lagerung und die Verschwendung von speziell vorbehandelten Werkstoffen entfallen. Für die Aushärtung des Laminats und des Musterstücks wurde der Quickstep-Prozess gewählt. Dieser Prozess basiert auf dem Prinzip der Wärmeleitung. Er nutzt eine Wärmeträgerflüssigkeit, um auf das

unausgehärtete Bauteil während der Bearbeitung Wärme und Druck auszuüben. Die schnelle Übertragung der Wärmeenergie in das aushärtende Substrat (Faserstoff und Harz) ist das Kernstück dieser Technologie.

Beim konventionellen Erhitzen des Formwerkzeugs z. B. in einem Ofen oder Autoklav wird die Temperatur nicht gleichmäßig über die gesamte Werkzeugfläche verteilt. Der Quickstep-Prozess löst dieses Problem durch den Einsatz der Wärmeträgerflüssigkeit und sorgt zudem für kurze Zykluszeiten. Eine ungleichmäßige Temperaturverteilung über das Laminat wirkt sich überdies negativ auf die Harzschrumpfung aus und kann Veränderungen der Polymorphologie verursachen. Benzoxazine-Harze von Henkel erfordern im Vergleich zu herkömmlichen Kunstharzen eine niedrigere Aushärtungstemperatur und können daher ohne das Risiko unkontrollierter exothermer Reaktionen schnell erhitzt werden.

Der Quickstep-Prozess arbeitet mit erwärmter Flüssigkeit und einem moderaten Druck (max. 0,8 bar), um die gesamte Oberfläche des Formwerkzeugs auf die erforderliche Temperatur zu bringen. Zugleich sorgt dieser Prozess für kürzere Zykluszeiten und effiziente Energienutzung. So lässt sich der Aushärtezyklus und die Verweilzeit modifizieren, ohne dass hierdurch die physikalische oder chemische Beschaffenheit des Polymer-Harzes beeinträchtigt wird.

Die Aushärtungskinetik des ausgewählten Harzes sorgt in Kombination mit dem OoA-Verfahren und der Online-Temperaturüberwachung während des Prozesses dafür, dass die Haltezeit für die vollständige Laminataushärtung wesentlich reduziert werden kann. Dies bedeutet letztendlich weniger Energieverbrauch bei der Produktion. Darüber hinaus werden für die Serienfertigung weniger Formwerkzeuge benötigt und die Maschinenzeiten, der Wartungsaufwand usw. sind reduziert. All dies trägt zur Kostensenkung bei.

### **Herstellung eines Musterstücks**

Um die Möglichkeiten des Benzoxazin-Harzes und der Infusions-/Aushärtungstechniken nicht nur an flachen Laminaten, sondern an einem größeren Teil zu demonstrieren, wurde ein ca. 1 m<sup>2</sup> großes Musterpaneel vorgeformt, in das dann die Infusion des Harzes erfolgte. Dieses Paneel hat fünf Lagen aus 5HS-Kohlefasern von 370 gsm, wodurch sich eine Stärke von 2 mm ergibt. Hierauf wurde mit Hilfe abnehmbarer Dorne eine Reihe von vier Versteifungen in Hut- oder Omega-Form platziert. Die Konstruktion wurde dann eingesackt und für die Infusion und Aushärtung in die Quickstep-Härtekammer gegeben.

### **Messung von Faservolumen und Laminatqualität**

Nach der Formung und Nachhärtung wurden die Paneele von Henkel geprüft. Die Ergebnisse der Dickenmessungen lagen im erwarteten Bereich für Gewebepplatten, die mit dem VARTM-Verfahren produziert werden. Das Musterpaneel mit der Versteifung wurde auf seine Dicke und etwaige Trockenstellen hin untersucht. Auf dem gesamten Paneel konnten bei der Sichtprüfung keinerlei Hinweise auf Trockenstellen festgestellt werden. Die Mikroskopie der Schnittkanten bestätigte, dass es keine sichtbaren Hohlräume im Paneel oder in der Versteifung gab.

## **Vielversprechende Ergebnisse**

Die Verarbeitung von Loctite BZ 9130 zeigte im Quickstep-Prozess, dass dieses Harz infusionsgeeignet ist. Es wurden hohlraumfreie Paneele mit einem für ein Gewebelaminat hohen Faservolumen von 55 bis 57 Prozent produziert. Die mechanische Bewertung der Paneele bestätigte Werte, die gleich oder höher als die Werte sind, die mit einem standardmäßigen VARTM-Verfahren mit Ofennutzung erzielt werden. Der Quickstep-Prozess sorgt für eine schnellere Erwärmung und Abkühlung des Laminats und eine gleichmäßige Temperatur während der Infusion. Die Ergebnisse zeigen, welche Synergieeffekte sich mit dem Benzoxazine-Infusionsharz von Henkel und der Prozesstechnologie von Quickstep erzielen lassen.

Henkel und Quickstep präsentierten die komplette Studie Mitte Oktober auf der CAMX in Orlando, USA.

Weitere Informationen finden Sie auf unserer Website [www.henkel-adhesives.com/aerospace](http://www.henkel-adhesives.com/aerospace).

**Loctite ist eingetragene Marke der Henkel Gruppe mit Schutz in Deutschland und anderen Ländern.**

## **Über Quickstep Holdings Limited**

Quickstep Holdings (ASX:QHL) produziert moderne Kohlefaser-Verbundwerkstoffe für die Luftfahrt-, Verteidigungs- und Automobilindustrie. Das Unternehmen hat hochmoderne Produktionsanlagen in Australien im Businesspark Bankstown Airport, Sydney, und ist mit Büros in Deutschland und den Vereinigten Staaten vertreten.

Darüber hinaus entwickelt Quickstep patentierte Fertigungstechnologien für die Großserienproduktion hochwertiger Fertigteile aus Faserverbundwerkstoffen für die Automobilindustrie sowie dickwandiger Spezialteile wie Tragflügelholme und Tragflächen für Großraumflugzeuge der Verteidigungs- und der Zivilluftfahrtindustrie. Derzeit arbeitet das Unternehmen an der Zulassung seines patentierten Quickstep-Prozesses als qualifizierter Fertigungsprozess für den F-35 und führt gemeinsam mit dem Automobilbauer Audi ein umfangreiches Forschungs- und Entwicklungsprogramm durch, dessen Ziel die hochwertige, kostengünstige und schnelle Bearbeitung von Kohlefaser-Verbundwerkstoffen in Kombination mit an die Bedürfnisse der Automobilindustrie angepassten Spezialharzen ist.

## **Über Henkel**

Henkel ist weltweit mit führenden Marken und Technologien in den drei Geschäftsfeldern Laundry & Home Care, Beauty Care und Adhesive Technologies tätig. Das 1876 gegründete Unternehmen hält mit rund 47.000 Mitarbeitern und bekannten Marken wie Persil, Schwarzkopf oder Loctite global führende Marktpositionen im Konsumenten- und im Industriegeschäft. Im Geschäftsjahr 2013 erzielte Henkel einen Umsatz von 16,4 Mrd. Euro und ein bereinigtes betriebliches Ergebnis von 2,5 Mrd. Euro. Die Vorzugsaktien von Henkel sind im DAX notiert.

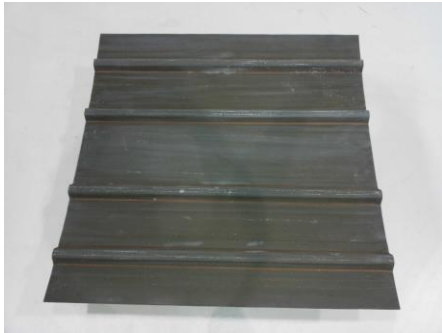
**Fotomaterial finden Sie im Internet unter <http://www.henkel.de/presse>**

Kontakt Lisa Kretzberg  
Telefon +49 211 797-56 72  
E-Mail [lisa.kretzberg@henkel.com](mailto:lisa.kretzberg@henkel.com)

Holger Elfes  
+49 211 797-99 33  
[holger.elfes@henkel.com](mailto:holger.elfes@henkel.com)

Kontakt Philippe Odouard  
Telefon +61 2 9774 0305  
E-Mail [podouard@quickstep.com.au](mailto:podouard@quickstep.com.au)

**Folgendes Fotomaterial ist verfügbar:**



Muster eines gebogenen, versteiften Panels aus Loctite BZ 9130.