

Gewichtsoptimierung durch Kunststoffdirektverschraubungen

Innovative Verbindungselemente für Hochleistungskunststoffe

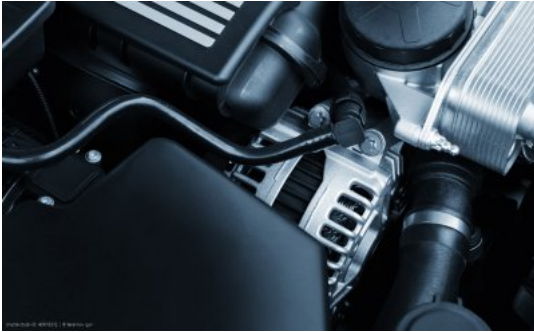


Bild1: Überall dort, wo Leichtbau, hohe Kräfte und Kostenoptimierung aufeinandertreffen, findet man Kunststoffdirektverschraubungen. Sei es in Leiterplatten, wo der Bauraum stark begrenzt und der Einsatz von Inserts nicht möglich ist oder in hochbelasteten Bauteilen wie Außenspiegeln, Pumpen, Ventilen oder Ölfiltern.

Bei Kunststoffverschraubungen gibt es eine Vielzahl verschiedener Einflussfaktoren, die Einfluss auf die Verbindung haben. Die Herausforderung ist es, eine Schraubengeometrie zu finden, welche zum einen negative Aspekte wie Toleranzschwankungen ausgleicht. Zum anderen ist es wichtig, dass die Verbindungslösung optimal an die Gegebenheiten des Werkstoffs und an die Belastungsart angepasst ist.

Text: Annedore Bose-Munde

Die Festigkeit des Werkstoffs, der Konditionierungszustand des Kunststoffs, Faserverläufe und die Art der Faser, das viskoelastische Verformungsverhalten, Bauteil- oder Schraubentoleranzen wie Kernloch- und Schraubendurchmesser oder auch die Genauigkeit des Schraubensystems □ all das sind Faktoren, die es zu beachten gilt, wenn es um das Realisieren von Kunststoffdirektverschraubungen geht. Und um herauszufinden, ob eine bestimmte Schraubengeometrie überhaupt für den jeweiligen Anwendungsfall geeignet ist, ist es zudem wichtig, die Qualitätsmerkmale einer Kunststoffdirektverschraubung zu kennen. Qualitätsmerkmale sind: hohes Überdrehmoment, niedriges Eindrehmoment, hohe Vorspannkraft und Auszugskraft.

„Mit Blick auf eine klassische Schraubkurve ist es das Ziel, bei einem moderaten Einschraubmoment und einem möglichst hohen Überdrehmoment die höchstmögliche Vorspannkraft zu erreichen. Gleichzeitig ist es wichtig, für die Sicherheit der Verbindung ein ausreichend großes Deltamoment zwischen Einschrauben und Überdrehen zu erreichen. Damit wird vermieden, dass der Schrauber bei Schwankungen schon vor der Kopfaufgabe stoppt oder das geformte Muttergewinde herausreißt. Über das Deltamoment wird außerdem das optimale Anzugsmoment bestimmt“, sagt Sinja Strobl. Sie ist Application Sales Manager bei der Arnold Umformtechnik GmbH & Co. KG und für die Auslegung von Schraubverbindungen und die Multiplikation von Applikationen verantwortlich sowie für die technische Anwendungsberatung in den Bereichen Kunststoff und Elektrifizierung.



Bild2: Der optimierte Gewindekern der Remform-Schrauben erhöht die Schwingfestigkeit und das Bruchdrehmoment der Schraube, was zu einer stabileren Verbindung der Fügepartner führt.

Direktverschraubung von Thermoplasten

Im Serienprozess wird die Vorspannkraft in der Regel nicht überwacht. Deshalb dient das Drehmoment als Hilfsgröße. Im Versuch wird bei Arnold Umformtechnik die Vorspannkraft durch die Zuschaltung einer Messdose ermittelt. So kann jedem aufgezeichneten Drehmoment eine bestimmte Kraft zugeordnet werden. Ein bewertbares Qualitätsmerkmal ist auch der Versagensfall. Hier dienen zerstörende Versuche dazu, herauszufinden, auf welche Art das Gewinde versagt. „Der optimale Versagensfall ist aufgrund der Reparaturlösung, wenn das Muttergewinde überdreht. Natürlich kann bei Kunststoffen mit sehr hohem Glasfaseranteil auch ein Bruch der Schraube eintreten. Im Normalfall ist jedoch bei der Kunststoffdirektverschraubung immer der Kunststoff das schwächere Glied und versagt damit als erstes“ erklärt Strobl. „Ein sogenannter Domriss oder Domabriss sollte vermieden werden. Der Grund für einen solchen Versagensfall ist fast immer die falsche Auslegung des Schraubdoms.“

Gewindeformende Schrauben mit asymmetrischem Gewindeprofil

Für die Verbindung von Kunststoffbauteilen eignen sich Kunststoffdirektverschraubung als prozesssichere und auch kostenoptimierte Lösung. So bieten die Remform-Schrauben von Arnold Umformtechnik □ gewindeformende Schrauben mit asymmetrischem Gewindeprofil □ im Vergleich zu herkömmlichen Kunststoffschrauben mit einer 30°-Flanke einige Vorteile: Der optimierte Gewindekern erhöht die Schwingfestigkeit und auch das Bruchdrehmoment der Schraube deutlich. Dies führt zu einer stabileren Verbindung der Fügepartner, lässt aber auch bei hochfesten Kunststoffen ein höheres Montagedrehmoment zu, ohne das Risiko eines Schraubenbruchs.

Eine weitere Verbesserung zur 30°-Flanke stellt das Radiusprofil der Gewindeflanken dar. Da bei der Kunststoffdirektverschraubung eine vergleichsweise hohe Drehzahl verwendet wird, erwärmt sich das Material beim Verschrauben lokal und wird weich. Durch das Radiusprofil der Gewindeflanke bei der Remform-Schraube wird das Fließverhalten des Kunststoffs ausgenutzt und mit dem höheren Materialvolumen wird der Kunststoff zur lasttragenden Flanke hin verdrängt, ohne dass starke Spannungsspitzen entstehen. Dabei hat die steile Lastflanke von 12° die Aufgabe, die nötige Vorspannkraft bei gleichzeitig hoher Montagesicherheit zu generieren. Die aufgebrachte Vorspannkraft muss also vom Kunststoff gleichmäßig aufgenommen werden können, ohne einen Dombruch aufgrund zu hoher Radialspannungen zu riskieren.

Beim Eindrehen wird der Kunststoff durch den Wärmeeintrag umformbar. Damit die auftretenden Spannungen klein gehalten werden, muss dem Flankenwinkel besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. „Die vergleichsweise flache Neigung der lasttragenden Flanke ermöglicht eine steilere Orientierung des Kraftvektors in axialer Richtung. Dadurch wird der Tubus beim Einschrauben weniger belastet und das Risiko eines Dombruchs sinkt“, erläutert Sinja Strobl. Durch das Radiusprofil werde zusätzlich ein Moment erzeugt, das den Kunststoff beim Eindrehen direkt auf die steile Lastflanke lenkt. Die asymmetrische Geometrie senkt also die Radialkraft und erhöht die Axialkraft, was im Vergleich zu einem symmetrischen Profil eine deutlich höhere Gewindeüberdeckung und Ausreißkraft bedeutet. Die hohe Gewindeüberdeckung sorgt auch für eine größere Scherfläche. Dadurch steigt das Überdrehmoment der Verbindung. Die geringere Belastung des Mutterwerkstoffes erlaubt zudem höhere Vorspannkraft und eine langlebige Verbindung bei maximaler Restvorspannkraft. Um diesen hohen Anforderungen bei

Kunststoffdirektverschraubungen gerecht werden zu können, wird ein Werkstoff der Festigkeitsklasse 10 verwendet.

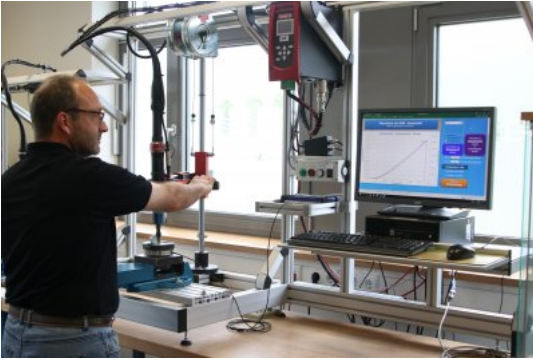


Bild3: Für besonders anspruchsvolle Anwendungen fertigt Arnold Umformtechnik die Remform II HS. Diese wird eingesetzt, wenn hoch belastbare Verschraubungen, eine hohe Vorspannkraft und eine hohe Lösesicherheit gefordert sind, so beispielsweise bei härteren, faserverstärkten Kunststoffen.

Vorteile und Einsatzgebiete der Kunststoffdirektverschraubung

Aus den geometrischen und werkstofflichen Eigenschaften der Remform resultiert neben der hohen Montagesicherheit und -vorspannkraft auch die Möglichkeit prozesssicherer Wiederholverschraubungen. Das heißt: Beim Endkunden können Reparaturen an Bauteilen mit Kunststoffdirektverschraubungen durchgeführt werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Kunststoffverschraubungen mittels Hülse, Schraube und Mutter lässt sich durch die einseitige Zugänglichkeit bei Kunststoffdirektverschraubungen zudem nicht nur die Komplexität der Bauteile reduzieren, sondern auch die Anzahl an Kleinteilen.

Und nicht zuletzt ist der Verarbeitungsprozess bei Kunststoffdirektverschraubungen im Gegensatz zu herkömmlichen Kunststoffverschraubungen schlanker. Das Bauteil kann direkt mit optimal ausgelegten Kernlöchern gespritzt und im Anschluss mittels Kunststoffschraube montiert werden. Dadurch entfallen Kosten- und Prozesszeitentreiber wie das Handling von unterschiedlichen Kleinteilen oder höhere Werkzeugkosten und Prozesszeiten für den Einlegevorgang des Inserts in das Werkzeug.

„Überall dort, wo Leichtbau, hohe Kräfte und Kostenoptimierung aufeinandertreffen, findet man Kunststoffdirektverschraubungen. Sei es in Leiterplatten, wo der Bauraum stark begrenzt und der Einsatz von Inserts nicht möglich ist oder in hochbelasteten Bauteilen wie Außenspiegeln, Staubsaugern oder Ölfiltern. In vielen Kunststoffapplikation kann durch eine gezielte Auslegung der Verbindungsstelle die Kunststoffdirektverschraubung angewendet werden“, nennt Sinja Strobl die Einsatzgebiete.



Bild4: „In vielen Kunststoffapplikation kann durch eine gezielte Auslegung der Verbindungsstelle die Kunststoffdirektverschraubung angewendet werden“, sagt Sinja Strobl, Application Sales Manager bei der Arnold Umformtechnik GmbH & Co. KG.

Verbindungslösung für härtere, faserverstärkte Kunststoffe

Für besonders anspruchsvolle Anwendungen fertigt Arnold Umformtechnik in einem passgenauen Herstellprozess und auf der Basis entsprechender Versuchsdaten die Remform II HS (High Strength). Diese wird insbesondere dann eingesetzt, wenn hoch belastbare Verschraubungen, eine hohe Vorspannkraft und eine hohe Lösesicherheit gefordert sind. Sie zeichnet sich durch einen optimierten, vergrößerten Gewindekern aus, der neben der Schwingfestigkeit auch das Bruchdrehmoment der Schraube deutlich erhöht. Dies führt zu einer stabileren Verbindung der Fügepartner, lässt aber auch bei hochfesten Kunststoffen ein höheres Montagedrehmoment zu, ohne das Risiko eines Schraubenbruchs.

Eine weitere Verbesserung stellt das verrundete Radiusprofil der Gewindeflanken dar. Dadurch findet auch bei der Verschraubung von faserverstärkten Kunststoffen keine Deformation der Gewindeflanken statt, sodass eine sichere Verschraubung mit hoher Tragfähigkeit gewährleistet wird. Die steile Lastflanke hat dabei die Aufgabe, die nötige Vorspannkraft bei gleichzeitig hoher Montagesicherheit zu generieren. Die reduzierte Neigung der lasttragenden Flanke und der aus dem Radiusprofil resultierende erhöhte Kunststoffanteil auf der Kontaktfläche ermöglichen eine steilere Orientierung des Kraftvektors in axialer Richtung. Dabei sinkt das Risiko eines Dombbruchs durch Minimierung der Radialspannung bei gleichzeitiger Erhöhung der übertragbaren Kraft. „Diese innovative Geometrie macht die Remform II HS zu einem idealen Produkt für den Einsatz in Hochleistungskunststoffen“, sagt Strobl.

Testing, Prognosen und Berechnung

Die Kunden von Arnold Umformtechnik können im Schraubenprüflabor untersuchen lassen, ob die gewählte Verbindungslösung für den entsprechenden Anwendungsfall geeignet ist. Im Fastener Testing Center stehen ihnen umfangreiches aktuelles Prüfequipment sowie Schraubtechnik zur Verfügung. Die eingesetzten Techniken entsprechen dabei den Anforderungen der IATF 16949. Bei Bedarf kann zudem auf weitere interne und externe Labore zugegriffen werden, zum Beispiel für Werkstoffprüfungen oder eine Schliffbilderstellung. Jede Untersuchung wird in einem detaillierten Versuchsbericht dokumentiert, welcher auf die Wünsche des Auftraggebers zugeschnitten ist.

Und wenn noch kein reales Bauteil zur Verfügung steht, haben Kunden die Möglichkeit, mit dem Prognosetools Fast Designer Plastics den Montageprozess und die Montagevorspannkraft bereits im Designprozess zu prognostizieren. Dadurch kann der kostenintensive Versuchsumfang deutlich reduziert werden. „Wir bekommen mit dem Fast Designer Plastics frühzeitig eine Aussage über das Einschraubmoment, das optimale Anzugsmoment und die prognostizierte Vorspannkraft. Anschließend sollte eine Validierung über Versuche am Originalbauteil erfolgen“, nennt Strobl weitere Möglichkeiten für das Entwickeln einer passgenauen Verbindungslösung.

Bildunterschriften:

Die Arnold-Gruppe ist eine 100prozentige Tochter des global agierenden Würth-Konzerns, der mit über 65.000 Mitarbeitern und mit 420 Gesellschaften weltweit über 8 Milliarden Euro erwirtschaftet.

www.arnold-umformtechnik.de

Carl-Arnold-Str. 25

74670 Forchtenberg-Ernsbach

Magdalini Wanke

Tel.: +49 7947 821-2833

Fax: NA

Magdalini.Wanke@arnold-fastening.com