

Torsionales Ultraschallschweissen – Die Vorteile des Verfahrens

Mehr Möglichkeiten für Applikationen und Produktdesign – ein Interview mit Martin Frost

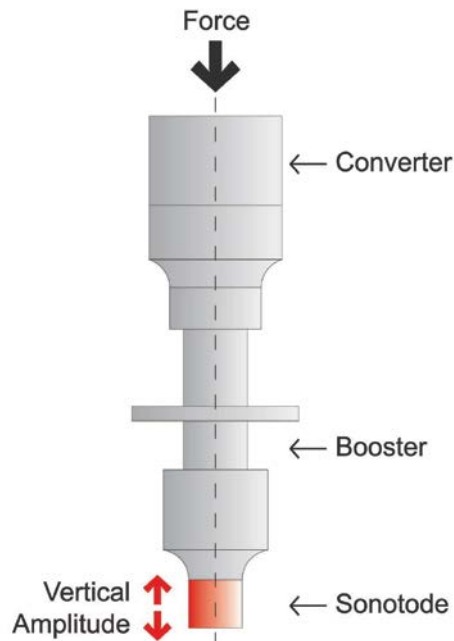
von Stuart Milne



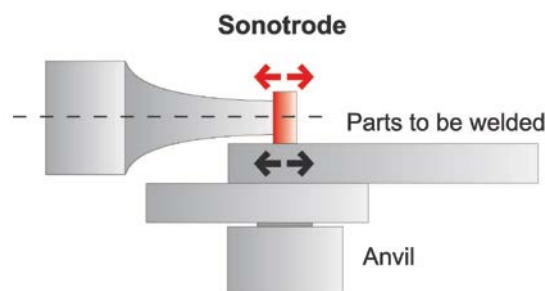
Martin Frost – Vertriebsleiter bei Telsonic UK in Grossbritannien, einer hundertprozentigen Tochter der Telsonic AG aus der Schweiz, im Gespräch mit AZoM.com über das torsionale Ultraschallschweissen.

Wie lässt sich das Ultraschallschweissen von Kunststoffen und Metallen mit wenigen Worten erklären?

Beim Kunststoffschweissen ordnet man herkömmliche LONGITUDINALE (lineare) Ultraschallschweißköpfe vertikal an und nutzt einen Konverter, der zusammen mit einem Booster zwischen 20 kHz und 40 kHz betrieben wird, um die Amplitude zu verstärken. Die Sonotrode ist wiederum an den Booster gekoppelt, der die Änderung der Querschnittsfläche der Sonotrode nutzt, um die Amplitude an der Arbeitsfläche zu verstärken. Diese Anordnung der Komponenten wird Ultraschall-Schwinggebilde genannt. Mit Hilfe eines pneumatischen Vorschubs, im Zusammenspiel mit der von der Sonotrode gelieferten Energie, erzeugt das Verfahren örtlich Hitze und schmelzt durch die Ultraschallerregung der Polymermoleküle den Kunststoff. Der von der Kraft des pneumatischen Vorschubs erzeugte Druck lässt die geschmolzene Fügeverbindung kollabieren und hält sie in ihrer Lage, bis die Schweissnaht ausgehärtet ist.



Beim LONGITUDINALEN Ultraschallschweißen von Metallen (normalerweise Nichteisenmetalle) wirkt das horizontal aufgebaute Ultraschall-Schwinggebilde in der horizontalen Ebene. So oszilliert der obere Fügepartner über dem unteren Teil und es kommt zur Reibschweißung. Dies führt zu einer molekularen Bindung der beiden Fügeflächen.



LONGITUDINALES Ultraschallschweißen wird in zahlreichen Branchen genutzt, hat aber auch Grenzen bei kritischen Anwendungen und in der physikalischen Art der Anwendung.

Wo liegen die Grenzen der LONGITUDINALEN Ultraschallschweisstechnik?

Der Einsatz der longitudinalen Ultraschalltechnik als Verfahren zum Schweißen, Fügen und Versiegeln von Kunststoffen ist in Industriezweigen wie dem Automobilbau seit vielen Jahren weitverbreitet. Der herkömmliche longitudinale Ultraschall-Schweißvorgang kann jedoch bei bestimmten Anwendungen Probleme verursachen, insbesondere in der Elektronik- oder Medizingeräteindustrie.

Unter Umständen kann es beim Ultraschall-Schwingzyklus zu Schäden an empfindlichen elektronischen Bauteilen oder zur Perforierung mikrometerdünner Dichtungen und Membranen kommen. Die Schwingungen werden normalerweise nur in die Fügefläche geleitet, wobei jedoch das Risiko besteht, dass schädigende Schwingungen in den unteren Fügepartner übertragen werden.

Beim Ultraschall-Metallschweißen ist das longitudinale Verfahren aufgrund der geringen Größe der Fügefläche nur eingeschränkt möglich. Bei dem Prozess wird die Reibung auch nur in einer Richtung ausgeübt und die Ausrichtung des Ultraschall-Schwinggebildes erschwert den Zugang über oder in die Schweißstücke.

Das TORSIONALE Ultraschallschweißen oder Soniqtwist®, wie wir das Verfahren bei Telsonic nennen, löst diese Probleme.

Wie funktioniert Soniqtwist®, das torsionale Ultraschall-Schweißverfahren?

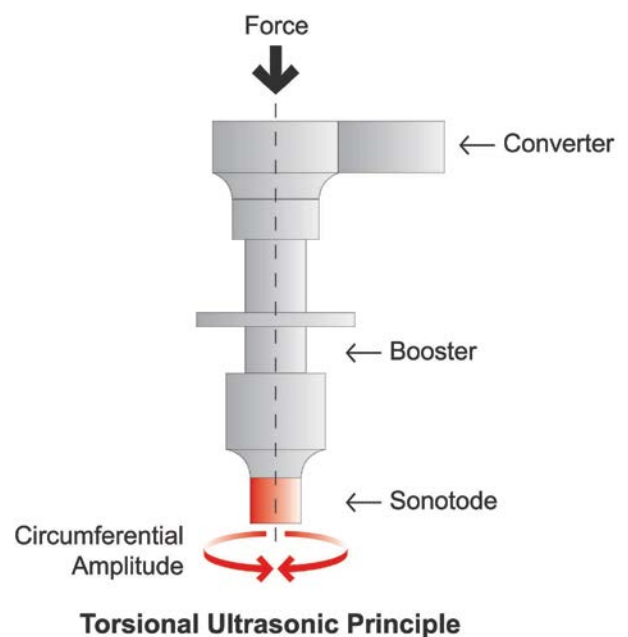
Die von Telsonic in der Schweiz entwickelte Soniqtwist®-Technologie beseitigt die Probleme, indem kleine kreisförmige Amplituden in der Horizontalen am Ende einer vertikal montierten Sonotrode genutzt werden.

Der Konverter ist tangential zur Boosterachse montiert, so dass er eine wechselwirkende, kreisförmige Amplitudenbewegung der speziell entwickelten Sonotrodenfläche erzeugt. Der Soniqtwist®-Prozess erzeugt eine in zwei Richtungen kreisförmige Ultraschall-Reibschweißung des von der Sonotrode mitgenommenen oberen Fügepartners, egal ob Film, Membran oder starres Teil, über dem unteren Bauteil.

Das Verfahren beruht darauf, dass die Sonotrode und der untere Amboss haltend auf die Oberfläche des oberen und unteren Teils einwirken. Dies wird durch eine strukturierte, gezahnte oder gerändelte Werkzeugarbeitsfläche erzielt, die für eine positive Relativbewegung sorgt. Die Schwingungsübertragung auf den unteren Fügepartner ist minimal, was der Hauptvorteil dieses Verfahrens ist.

Bei der Anordnung von Soniqtwist® lässt die vertikale Kraft des elektronisch gesteuerten, pneumatischen Aktuators die geschmolzene Fügeverbindung kollabieren (bzw. führt beim Metallschweißen zur molekularen Oberflächenverbindung der Metalle). Dies hält den erforderlichen Druck aufrecht, bis die Schweißnaht ausgehärtet ist.

Die Schwingungsamplitude beträgt normalerweise maximal 60 µm und "zentriert sich" beim Abschluss des Vorgangs, d.h. es kommt nicht zum Versatz der Fügepartner. In dieser Prozessebene wird eine 20-kHz-Frequenz als Grundlage für ein breites Spektrum von Amplituden verwendet und erreicht Schweißungen und Versiegelungen in ultraschalltypischen Zykluszeiten (normalerweise unter 1 Sekunde).



Wie genau löst das torsionale Soniqtwist® die Probleme gegenüber dem linearen Ultraschallschweißen?

Bei Kunststoffen lassen sich mit Soniqtwist® auch die empfindlichsten elektronischen Komponenten und Membranen fügen, schweißen oder versiegeln, da die Schwingungen in einer horizontalen Ebene und nicht in der "normalen" Richtung in das Teil geleitet werden.

Diese Art der Schweissung reduziert die in das untere Teil (dort sitzen gewöhnlich die empfindlichen Teile der Baugruppe) eingeleiteten Schwingungen um bis zu 90 %. Bei einer Membran, die direkt in die Baugruppe eingeschweisst oder eingepresst wird, kommt es zu keiner vertikalen Schwingung, wodurch die Ermüdung im Membranzentrum durch den "Membraneffekt" vermieden wird.

Das Verfahren vermeidet zudem ein unerwünschtes sekundäres Verschweissen von Teilen in der Baugruppe, das mitunter beim longitudinalen Schweißen in Baugruppen zu beobachten ist, wenn ähnliche Materialien eng aneinander liegen. Ein weiterer Vorteil: Beim torsionalen Kunststoffschweißen erzeugt der Prozess viel weniger Lärm als beim longitudinalen Verfahren.

Beim Metallschweißen ermöglichen die tangentialen Einleitung der Schwingungsreibung und der Zugang zu den Teilen von oben weitere Anwendungen als nur überlappende Teile.

Wie kam es dazu, dass Telsonic Soniqtwist® als torsionale Schweissttechnologie entwickelt hat?

Telsonic hatte das Verfahren in den frühen 1990er Jahren zunächst als eine Flächenreibschweissung für runde Druckkapselungen aus Nichteisenmetallen entwickelt, für die in bestimmten Märkten, wie z.B. für druckbeaufschlagte und pharmazeutische/medizinische Geräte, eine prozessgesteuerte, starke, schnelle und hermetische Abdichtung benötigt wurde.

Zudem erzeugt der torsionale Ultraschallprozess molekulare Bindungen, wodurch selbst ungleiche Materialien wie beispielsweise Aluminium und hochdichte Keramik zur Herstellung von Spezialbatterien miteinander verbunden werden können. Telsonic hatte eine einzigartige Technologie entwickelt, welche als eines unserer Schweissverfahren unseren Ruf als innovativer Lieferant aktiver Ultraschall-Industrieausrüstung stärkte.

In den frühen 2000ern erweiterte Telsonic die Anwendung der Technik auf steife Kunststoffe, Folien, biegsame Materialien sowie Materialien aus Polymerverbundmaterialien, wobei ein besonderes Augenmerk auf Anwendungen mit schwer zu verarbeitendem, glasverstärktem Kunststoff lag. Heute kann das Verfahren bei den meisten Arten von Polymeren in Anwendungen verwendet werden, bei denen die konventionelle, longitudinale Technik an ihre Grenzen stösst.

Weshalb ist Soniqtwist® gerade heute so wichtig?

Dafür gibt es 2 Hauptgründe:-

Keine Beschränkungen beim Produktdesign - Der Ultraschallprozess ist bei der Herstellung aller kritischen hochvolumigen Kunststoffkomponenten äusserst begehrt, da er hochgradig steuerbar ist und gut in die Medizin-, Pharma-, Elektronik- und Sensorindustrie passt, bei denen die Prozesse schnell, umfassend gesteuert, validiert und sauber sein müssen. Die Erweiterung des torsionalen Soniqtwist-Verfahrens auf Kunststoffe fördert unsere grenzenlos optimistische Expansionsstrategie, da wir unsere umfangreiche Erfahrung mit der Technik nutzen, um uns den neuen Herausforderungen der Industrie zu stellen. Bei Kunststoffprodukten erweitert diese technische Innovation die Freiheit der Konstrukteure bei vielen neuen empfindlichen oder schwierigen Anwendungen erheblich, da sie für eine Konstruktion das Fügen durch Schweißen, Dichten oder Kleben mit Ultraschall einsetzen können, wo dies mit der longitudinalen Technik früher nicht möglich war.

Neue Anforderungen des Marktes werden zu Chancen - Für das Verfahren entstehen immer neue Möglichkeiten. Auf dem Markt beobachten wir folglich die Ersetzung alter Prozesse, die sich durch neue Produktentwicklungen aufgrund neuer Gesetze, Umweltfreundlichkeit und Recyclingketten ändern. Diese treibenden Kräfte stellen für Konstrukteure neue Herausforderungen dar, da es hierbei um mehr geht, als nicht-recycelbare Verbindungselemente, mechanische oder Klebeverbindungen zu eliminieren.

Können Sie Eigenschaften und Vorteile für Konstrukteure und Hersteller nennen, die für den Einsatz von Soniqtwist® sprechen?

Es folgen einige typische Vorteile des Verfahrens in Verbindung mit den oben erwähnten Markttreibern, die Konstrukteuren eine Vorstellung von den Möglichkeiten geben sollten.

- Schweißbarkeit dünnwandiger Komponenten – Komponentenkosten werden gesenkt, verschiedene Materialien können verwendet werden
- Schweißbarkeit starrer oder flexibler Teile mit teilweise kontaminierten Oberflächen – Reduziert Ausschuss und begründet den begehrten Einsatz der mess- und steuerbaren, energiesparenden Ultraschalltechnologie im Verpackungsbereich, vor allem bei medizinisch-pharmazeutischen und sicherheitskritischen Anwendungen.
- Schweißbarkeit dünnwandiger Komponenten mit dekorativer oder lackierter A-Seite, z.B. vorlackierte Stossstangenbleche – Trägt dazu bei, die Ziele bei der Fahrzeuggewichtsreduktion zu erreichen, um die CO₂-Bilanz im Lebenszyklus der Fahrzeuge zu verringern.
- Sehr hohe Festigkeit der Schweißverbindung bei kritischen Materialien aufgrund der molekularen Bindungswirkung, die mit der longitudinalen Methode nicht erreicht werden kann. Bietet Konstruktionsfreiheit und hohe Produktleistung
- Kann für Präzisionsformgebung oder Kaltverformung von Strukturen eingesetzt werden, die beim Spritzguss nicht möglich sind, d.h. Unterbrechungen oder dünnwandige Stellen im Material. Bietet Konstruktionsfreiheit und hohe Produktleistung
- Geringere Partikelfreisetzung aufgrund der kompakten Schmelzwirkung, d.h. beim Schmelzen entstehen nur sehr kleine Hohlräume. Unterstützt GAMP bei medizinischen/pharmazeutischen Anwendungen
- Dank der Bindung auf molekularer Ebene sind heliumdichte Schweißverbindungen möglich. Kosteneinsparungen im Vergleich zu anderen Abdichtverfahren. Bietet Konstruktionsfreiheit und hohe Produktleistung.
- Ausgezeichnete Prozessfähigkeit ohne nachteilige Auswirkungen auf kritische interne Baugruppen wie Membranen und chemische Schichten. Ermöglicht und begründet den Einsatz der begehrten Ultraschalltechnik bei dieser Art von Anwendungen.
- Lässt sich für nicht-kreisförmige Produkte verwenden! Das Verfahren ist nicht auf runde Teile beschränkt. Mit der Technologie können auch rechteckige und asymmetrisch geformte Komponenten geschweisst, versiegelt und geklebt werden. Bietet ideale "Prozesseignung" und ist einzigartig, wenn die Komponente hochvolumig ist und empfindliche Bauteile besitzt
- "Stanzen und Schweißen" ist in einem Arbeitsgang beim Aufbringen hochvolumiger Membranen mit kleinen Durchmessern auf starre Filtergehäuse möglich – Membranen und Folien in einem 2-stufigen Vorgang mit Stanzung gefolgt von einer torsionalen Soniqtwist-Schweißung. Messbar, schnell und sauber bei idealer Prozesseignung.
- Kein unerwünschtes sekundäres "Ankleben" in engen Baugruppen, da nur ein geringer Teil der Schwingungen unter die Schweißfläche in die Baugruppe übertragen wird. Weniger Ausschuss und mehr Konstruktionsfreiheit bei sicherheitskritischen Baugruppen, die Komponenten aus Material der gleichen Familie enthalten.
- Molekulare Verbindung ungleicher Materialien wie Aluminium und hochdichter Keramik. Messbar, schnell und so ausgereift wie kein anderer Prozess
- Schweißbarkeit hochvolumiger Sensoren und Energiefänger mit empfindlichen Baugruppen aus Leiterplatten, chemischen Schichten und Piezokristallteilen. Bietet ideale Prozesseignung.
- Schweißbarkeit starrer oder flexibler Aluminium-Verpackungen OHNE Kunststoffüberzug – Sorgt für Kosteneinsparungen und ist erwünscht, wenn die Schweißstücke aus einem Material bestehen müssen.

- Die Vorbereitung der Schweissverbindung erfordert ähnlich wie beim Spritzguss und longitudinalen Ultraschallschweißen eine besondere Aufbereitung der Arbeitsfläche des Werkzeugs - keine Verwendung von Verbindungsmaterialien von Drittherstellern – Vorteile bei Qualitätskontrolle und Kosten. Telsonic wird Sie bezüglich der Anforderungen an die Verbindungsvorbereitung beraten.
- Wie bei jedem anderen Ultraschall-Schweißverfahren wird die Energie äusserst effizient genutzt, da die Schweissenergie nur bei Bedarf angefordert wird – damit kann die beim Ultraschallschweißen verbrauchte Energie für dieselbe Verbindung und Ausstossrate bis zu 40 x geringer sein als bei Prozessen mit ständiger Hitze.

Können Sie ein Beispiel für den Einsatz von Soniqtwist® nennen?

Eine der ersten grossen Anwendungen für uns war das Membranschweißen, das durch Soniqtwist® möglich wurde.

Dünne Filme und Membranen mit einer typischen Dicke von nur 50 µm werden für die luftdichte Abdichtung an medizinischen Gefässen, Geräten, Filtern und Medikamenten-Dosiersystemen eingesetzt. Dabei ist es entscheidend, dass das zum Schweißen der empfindlichen Filme bzw. Membranen verwendete Verfahren keine Mängel oder Schäden verursacht.

Die bei der Verwendung herkömmlicher Ultraschallschweißverfahren auf der Sonotrodenfläche erzeugten vertikalen Amplituden verursachen beim Schweißen dünner Filme oder Membranen einen sogenannten Membraneffekt. Dieser kann zur Perforation der Membran führen, was den konventionellen Ultraschall-Schweißprozess für diese Art von Anwendung praktisch ungeeignet macht.

Soniqtwist® leitet hingegen nur kleine Amplituden, typischerweise im Bereich von 30 µm, kreisförmig in den Rand der Versiegelung ein, wobei die torsionale Amplitude im Zentrum der Membran oder des Films fast gegen Null geht. Soniqtwist® dehnt die Membran während des Schweißens nicht und verursacht auch keinen Membraneffekt oder eine Perforation der Folie.

Die Soniqtwist®-Technologie beseitigt daher jedes Perforationsrisiko beim Schweißen von polymerbasierten Folien, Filmen und Membranen auf wirksame Weise. Das Verfahren bietet zudem einen Geschwindigkeitsvorteil. Die Schweisszyklen werden in weniger als 1 Sekunde abgeschlossen. Die einzigartigen Eigenschaften von Soniqtwist® ermöglichen auch die Bearbeitung mehrerer eng beieinander liegender Membranen, ohne dass eine zuvor geschweisste Membran verschoben wird oder ihre hermetische Abdichtung verliert. Dieser Vorteil lässt sich bei konventionellen Ultraschall-Schweißverfahren nicht garantieren.



Welche Lösungen bieten Sie für die praktische Anwendung des Verfahrens in der Produktion?

Um die Märkte für torsionale Ultraschallanwendungen zu bedienen, bieten wir ein breites Sortiment von manuellen Tischgeräten bis hin zur Ausrüstung für die Integration in semi- und vollautomatische Linien. Zur Unterstützung bieten wir unsere manuellen TSP-Geräte der E-Reihe an mit Lade- und Schutzoptionen, proportionaler Ventilsteuerung, Generatorkapazität bis 10 kW und Betätigungskraft bis 8.000 N.

Für die Verwendung in semiautomatischen Anlagen und Sondermaschinen bieten wir die TSV-Serie an, einen von einem Proportionalventil angesteuerten Vorschub mit nur max. 6,5 kW und 3.000 N. Wir bieten auch eine Reihe modularer Komponenten ohne Vorschub zum Einbau in pneumatische oder servobasierte Sondermaschinensysteme an.

Unsere neue TSC5 Touchscreen-Bedieneinheit komplettiert das Angebot in diesen Sortimentsbereichen. Sie bietet eine Schweißmodi-Auswahl an mit Qualitätsfenstern, statistischer Prozesssteuerung, intuitiver grafischer Benutzerschnittstelle, Datenexport und ist netzwerkfähig. Ausserdem sind die Sonotroden von Telsonic mit Hilfe fortgeschrittener FEA für kritische Abmessungen speziell für den torsionalen Prozess konstruiert worden, um die Torsionalamplituden zu erreichen.



Wo kann man mehr über die Telsonic-Gruppe und die Technologie erfahren und das Verfahren in Aktion sehen?

Besuchen Sie unsere Website www.Telsonic.com, auf der alle Verfahren, auch Soniqtwist®, unsere Aktivitäten und die zum Konzern gehörenden Unternehmen auf der ganzen Welt vorgestellt werden. In all unseren Niederlassungen stehen Demonstrationsanlagen bereit, mit denen Produkte auf Soniqtwist® Torsionsschweißgeräten demonstriert oder geprüft werden können. In Grossbritannien stellen wir Soniqtwist® auch am Stand der Advanced Manufacturing Show vor, die jedes Jahr im November im NEC in Birmingham stattfindet.

Über Martin Frost

Martin Frost hat eine beeindruckende Karriere absolviert. Er begann als gelernter Maschinenbauingenieur und ging anschliessend in Richtung Konstruktion, Vertragsmanagement und Industrievertrieb für verschiedene Firmen, bei denen er hauptsächlich im Hydraulikbereich tätig war. Er kam 1996 zu Telsonic UK, wo er derzeit als UK-Vertriebsleiter für den Vertrieb der Ultraschallprodukte von Telsonic im Norden von Grossbritannien sowie die Firmenkundenkommunikation im UK-Marketing zuständig ist.

Er verfügt über einen HND in Maschinenbau und einen MBA mit Schwerpunkt Qualitätsmanagementsysteme.