

Optimierung von Ultraschallwerkzeugen

Schwingungsmessung für
die Sonotrodenentwicklung
Applikationsnote



Optimierte Fertigung von Ultraschall-Schweißwerkzeugen durch Schwingungsmessungen mit Polytec Laservibrometer

Die Ultraschall-Fügetechnik ist ein bewährtes Verbindungsverfahren in der Kunststoff verarbeitenden Industrie. Mit dieser Technologie lassen sich hohe Prozessgeschwindigkeiten mit konstanter, reproduzierbarer Verbindungsqualität bei gleichzeitig geringem Energiebedarf realisieren. Aus diesem Grund wird sie bevorzugt bei der Großserienproduktion in der Kfz-, Elektro-, Medizin-, Verpackungs-, Halbzeug- und Textilindustrie eingesetzt. Polytec Einpunkt- und Scanning Vibrometer helfen bei der Entwicklung der Schweißwerkzeuge.

Verbindungen mit Ultraschall

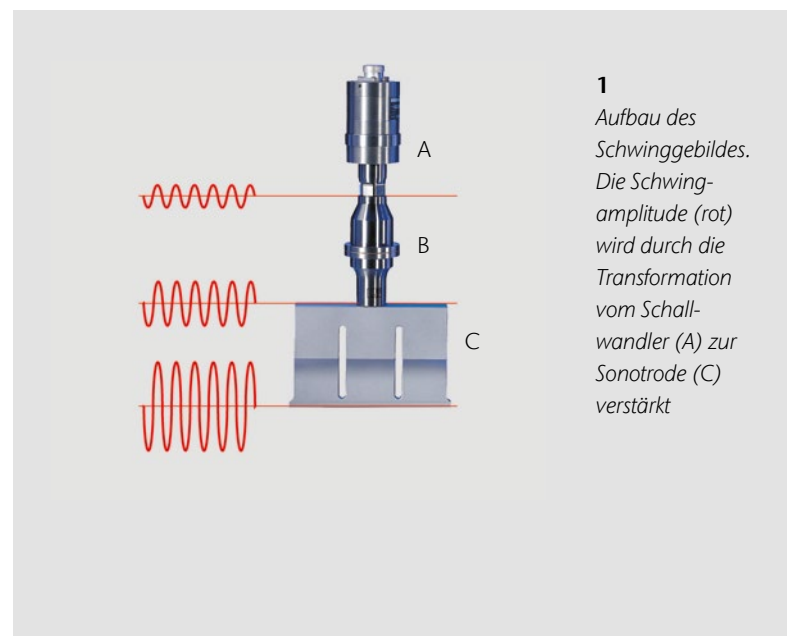
Im Gegensatz zu alternativen Techniken, wie dem Kleben oder thermischen Schweißen, findet beim Ultraschall-Schweißen keine Beeinflussung der Materialeigenschaften statt. Darüber hinaus erlaubt diese Technik auch mehrlagiges Verschweißen oder Laminieren sowie die simultane Durchführung mehrerer Prozessschritte, wie Schweißen, Schneiden und Perforieren in einem Arbeitsschritt.

Bei Herrmann Ultraschalltechnik in Karlsbad hat man sich auf die Verbindung thermoplastischer Kunststoffe mittels Ultraschall spezialisiert. Innerhalb der drei Geschäftsbereiche PLASTICS, PACKAGING und NON WOVENS werden kundenspezifische Lösungen für die unterschiedlichen Anwendungsfälle erarbeitet.

So funktioniert's

Beim Ultraschall-Schweißen werden mechanische Schwingungen unter Druck auf die Kunststoffteile übertragen. Durch Molekular- und Grenzflächenreibung entsteht Wärme, die den Dämpfungskoeffizient des Materials erhöht. Örtlich beginnt der Kunststoff zu erweichen. Diese Reaktion beschleunigt sich von selbst, da wegen der Zunahme des Dämpfungsfaktors des plastifizierten Materials ein größerer Anteil der Schwingungsenergie in Wärme umgesetzt wird. Nach Beendigung der Schalleinleitung ist eine kurze Abkühlphase unter dem noch anstehenden Fügedruck notwendig, um das zuvor plastifizierte Material homogen zu verfestigen. Danach sind die nun mit Hilfe der Ultraschallenergie verbundenen Teile bzw. Materialbahnen weiterverarbeitbar.

Der Ultraschall-Schweißprozess wird durch ein Schwinggebilde eingeleitet (Bild 1). Das Schwinggebilde besteht aus einem piezoelektrischen Schallwandler A (Konverter), dem Amplitudentransformationsstück B und dem eigentlichen Schweißwerkzeug C (Sonotrode).



1
Aufbau des Schwinggebildes. Die Schwingamplitude (rot) wird durch die Transformation vom Schallwandler (A) zur Sonotrode (C) verstärkt

Hohe Qualitätsanforderungen

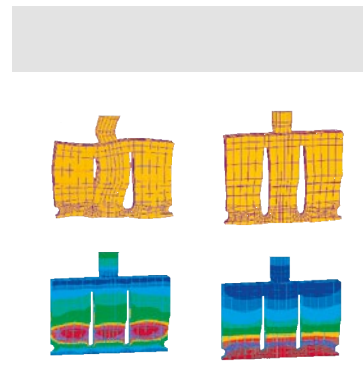
Voraussetzung für gute Schweißresultate hinsichtlich der Festigkeit, der Dichtigkeit und der optischen Qualität der Verbindungen ist ein verfahrens- und werkstoffgerechtes Design der Fügwerkzeuge. Eine besondere Bedeutung haben dabei die schwingungstechnischen Eigenschaften der einzelnen Komponenten, insbesondere die Schwingamplituden. Alle Komponenten der Ultraschall-Schwinggebilde werden bei Herrmann Ultraschalltechnik als Einzelstücke geprüft. Dabei kommt der Amplitudenmessung eine herausragende Rolle zu.

Messung der Schwingamplituden

Die Schwingamplituden der einzelnen Bauteile werden, je nachdem um welche Komponente es sich handelt, mit einem Einpunkt-Vibrometer oder einem Scanning Vibrometer von Polytec verifiziert.

Konverter und Transformationsstücke sind kommerziell verfügbare Standardkomponenten mit festen, eng tolerierten Ausgangs-Schwingamplituden. Durch Messungen mit einem Polytec CLV Compact Laser Vibrometer werden die Schwingamplituden geprüft und damit sichergestellt, dass sie im spezifizierten Bereich liegen. Bei Sonotroden handelt es sich um individuell an das zu verschweißende Werkstück angepasste Komponenten. Neben der exakten geometrischen Form spielt die maximal erreichbare Ultraschallamplitude eine entscheidende Rolle. Daher werden die Sonotroden als 3D-Modell erstellt. Die schwingungstechnischen Eigenschaften werden dann mit Hilfe einer FEM-Analyse (Finite Elemente-Modell) optimiert, bis sie die vorgegebenen Parameter erfüllen (Bild 2). Erst dann geht die Sonotrode in die Fertigung.

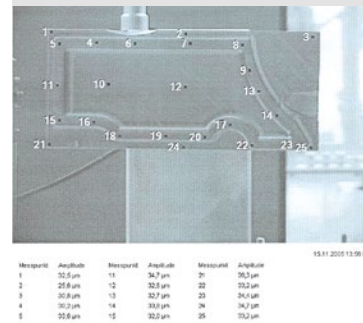
Die Eigenschaften der fertigen Sonotroden werden mit Hilfe eines PSV-400 Scanning Vibrometers gemessen. Bild 3 zeigt den Messaufbau; links der PSV-400 Messkopf, rechts die Sonotrode in einer geeigneten Halterung und in der Mitte der Messbildschirm mit dem Videobild der Sonotrodenoberfläche in der PSV Software. Die bei einer bestimmten Frequenz auftretenden Amplituden werden mit dem PSV-400 Scanning Vibrometer an ausgewählten Punkten der Sonotrodenoberfläche gemessen (Bild 4). Eine zusätzliche, speziell konfigurierte Software erlaubt dabei eine sichere und zeitsparende Bedienung bei der Messung und Dokumentation. Die so bestimmte Amplitudenverteilung wird mit dem aus dem FE-Modell berechneten Wert verglichen. Somit kann die Sonotrode bei Bedarf noch weiter optimiert werden.



2
*FE-Modellierung
des dynamischen
Verhaltens (oben)
und der Span-
nungen (unten)
in einer Sonotrode*



3
*Messaufbau zur
Charakterisierung
der Sonotroden*



4
*Amplitudenver-
teilung an der
Oberfläche der
Sonotrode*

Titelbild zeigt eine Sonotrode, Bildquelle
Herrmann Ultraschalltechnik GmbH & Co. KG,
Karlsbad



 **Polytec GmbH**
 Polytec-Platz 1-7
 76337 Waldbronn
 Tel. +49 7243 604-0
 info@polytec.de

Polytec GmbH
Vertriebs- und
Beratungsbüro
 Schwarzschildstraße 1
 12489 Berlin
 Tel. +49 30 6392-5140

 **Polytec, Inc.**
(USA)
 North American
 Headquarters
 16400 Bake Parkway
 Suites 150 & 200
 Irvine, CA 92618
 Tel. +1 949 943-3033
 info@polytec.com

Central Office
 1046 Baker Road
 Dexter, MI 48130
 Tel. +1 734 253-9428

East Coast Office
 1 Cabot Road
 Suites 101 & 102
 Hudson, MA 01749
 Tel. +1 508 417-1040

 **Polytec Ltd.**
(Great Britain)
 Lambda House
 Batford Mill
 Harpenden, Herts AL5 5BZ
 Tel. +44 1582 711670
 info@polytec-ltd.co.uk

 **Polytec France S.A.S.**
 Technosud II
 Bâtiment A
 99, Rue Pierre Semard
 92320 Châtillon
 Tel. +33 1 496569-00
 info@polytec.fr

 **Polytec Japan**
 Arena Tower, 13th floor
 3-1-9, Shinyokohama
 Kohoku-ku, Yokohama-shi
 Kanagawa 222-0033
 Tel. +81 45 478-6980
 info@polytec.co.jp

 **Polytec South-East Asia**
Pte Ltd
 Blk 4010 Ang Mo Kio Ave 10
 #06-06 TechPlace 1
 Singapore 569626
 Tel. +65 64510886
 info@polytec-sea.com

 **Polytec China Ltd.**
 Room 402, Tower B
 Minmetals Plaza
 No. 5 Chaoyang North Ave
 Dongcheng District
 100010 Beijing
 Tel. +86 10 65682591
 info-cn@polytec.com