

Auslegung einer Sonotrode zum Ultraschallschweißen von Kunststoffbauteilen

Diplomand



Tim Fasser

Aufgabenstellung: Durch die Umwandlung von elektrischen Ultraschallwellen in mechanische Schwingungen werden 2 Bauteile mittels Ultraschallschweißen (USS) durch innere Reibung zusammengeschweißt. Der Prozess bedingt eine spezifische Werkzeuggeometrie für jedes zu schweißende Bauteil. Dabei muss die Eigenfrequenz des Werkzeugs bei 20kHz +/- 500Hz liegen. Das Ziel ist die Auslegung von Sonotroden für das Schweißen von Thermoplasten zu beherrschen, sodass diese in Zukunft selbst hergestellt werden können.

Vorgehen: Nach einer Recherche des Stands der Forschung wird das Schwingverhalten von Sonotroden für unterschiedliche Parameter (Geometrie & Materialkennwerte) mittels Finite-Elemente (FE) Simulationen untersucht (Abbildung 1). Daraus werden 3 Sonotroden konstruiert, simuliert und gefertigt. Eine Eigenfrequenzanalyse wird mittels Schwingungsmessgerät durchgeführt. Die gesuchte longitudinale Eigenfrequenz und kritischen Nachbarmodis und Querschwingungen werden angezeigt (Ziel: 20kHz +/-500Hz). Dabei hat sich gezeigt, dass das Material (Legierungstyp, Kornstruktur, Isotropie) entscheidend für das Schwingverhalten der Sonotrode ist.

Ergebnis: Es werden 2 funktionstüchtige Sonotroden hergestellt, mit welchen auf der USS-Anlage geschweißt werden kann. Eine Sonotrode hat eine klassische kreisförmige Kontaktfläche und dient als Verifikation des Herstellprozesses. Die Andere hat eine kronenförmige Kontaktfläche und dient als Validierung des Herstellprozesses. Dafür wird ein Test-Bauteil aus PP geschweißt (Abbildung 3). Mit einem schwingungsfähigen Material und dessen

Materialkennwerte können realitätsnahe Simulationen durchgeführt werden. Für ein Testbauteil (Abbildung 2) werden Schweißungen durchgeführt. Schliffbilder der Schweißnaht werden durchgeführt und die Schweißnaht wird bis zum Bruch gezogen. Der Bruch liegt neben der Schweißnaht und die Zugfestigkeit ist gleich hoch, wie jene des Materials.

Abbildung 1: FE Simulation der gesamten longitudinalen Verformung (Frequenz=20kHz; Schwingungsanregung=15µm). Eigene Darstellung

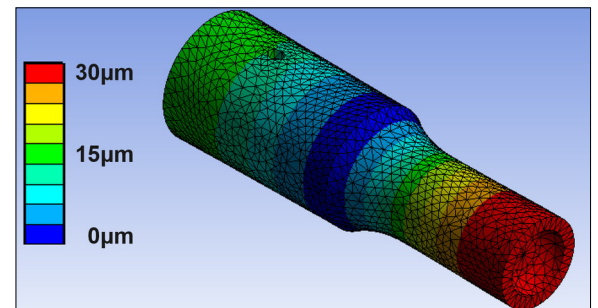


Abbildung 2: Von Links nach Rechts: Sonotrode, geschweißtes PP Bauteil, Schliffbild der Schweißnaht. Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Pierre Jousset

Korreferent

Prof. Dr. Michael Niedermeier,
Hochschule Ravensburg-Weingarten, BW

Themengebiet

Simulationstechnik,
Fertigungstechnik