

Konstruktion und Simulation eines Biegewerkzeugs aus Kunststoff

J. Ganzwind*, S. Dill*, M. Müller-Roosen*, H. Schmiedel**

* Institut für Kunststofftechnik Darmstadt ikd, ** Institut für Nachrichtentechnik IN

15. Darmstädter Kunststofftag 2018



Abbildung 1: Kunststoffmedienleitung [1]

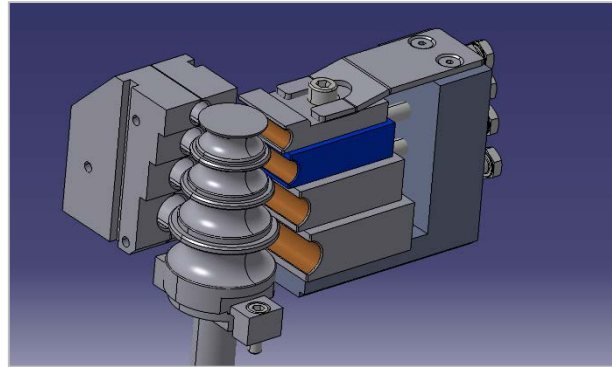


Abbildung 2: Metallrohrbiegemaschine [1]

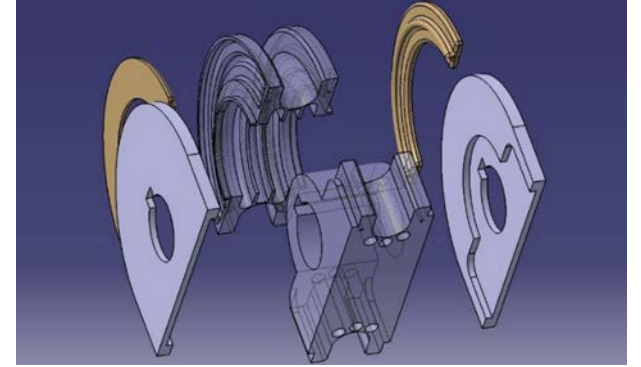


Abbildung 3: Biegescheibe (Explosionsdarstellung)

Einleitung

Zur Einsparung von Gewicht gewinnt der Austausch der Metall-Medienleitungen durch Kunststoffrohre im Automobilbereich zunehmend an Bedeutung. Wie an der in Abbildung 1 dargestellten Medienleitungen zu sehen, können diese komplexe Konturen aufweisen. Diese mit den Formverfahren herzustellen erweist sich bislang als zeit-, energie- und kostenintensiv. Durch herkömmliche Verfahren sind hohe Gesamtzykluszeiten von 30–40 min gängige Praxis. Zur Umsetzung eines wirtschaftlicheren Verfahrens, müssen Alternativen zu den, für jedes Rohr einzeln angefertigten, Werkzeugformen und die Temperierung über bspw. Heißdampf gefunden werden.

Zielsetzung

Angeregt durch die werkzeugfreie Verformung von Metallrohren mit Zykluszeiten von wenigen Sekunden, soll ein Prozess nach gleichem Prinzip für Kunststoffrohre entwickelt werden (Abb. 2). Dadurch würden die Werkzeugformen entfallen, wodurch sich eine Zeitersparnis und Senkung der Kosten ergibt. Folglich können die Hersteller flexibler auf Änderungswünsche von Kunden reagieren.

Ein effizienterer Temperatureintrag erfolgt über die dielektrische Erwärmung durch ein Hochfrequenzfeld (HF). Das Ziel des Projekts ist, neben der Planung einer neuen Biegeanlage, speziell die Entwicklung des Universalwerkzeugs, dass die Werkzeugformen ersetzen soll.

Konstruktionskonzept

Durch den Wärmeeintrag über ein HF-Feld, sind in einer Biegescheibe neben der Kühlung, diversen Anschlüssen sowie einer Möglichkeit für die Momentübertragung, auch zwei Elektroden zu verbauen (Abb. 3). Da das HF-Feld auf einen Bereich über das Rohr hinauswirkt, sind mehrere Komponenten des Biegekopfes in der Reichweite. Deshalb muss ein Material mit möglichst geringer dielektrischer Erwärmbarkeit verwendet werden. Nach einem Ausschlussverfahren wurde, bei Betrachtung von dielektrischen und mechanischen Eigenschaften, PEEK Ketron 1000 von Quadrant als Material für den Biegekopf sowie Bauteile im Bereich ausgewählt.

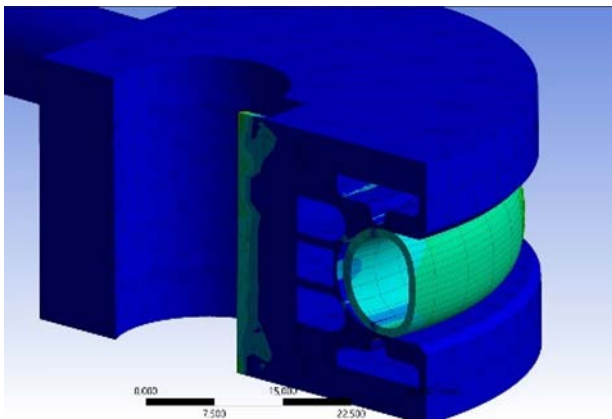


Abbildung 4: Mechanische Biegesimulation

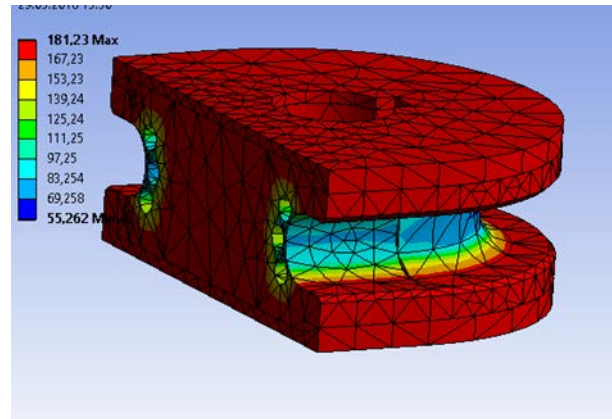


Abbildung 5: Temperaturverlauf Kühlung nach 60 s

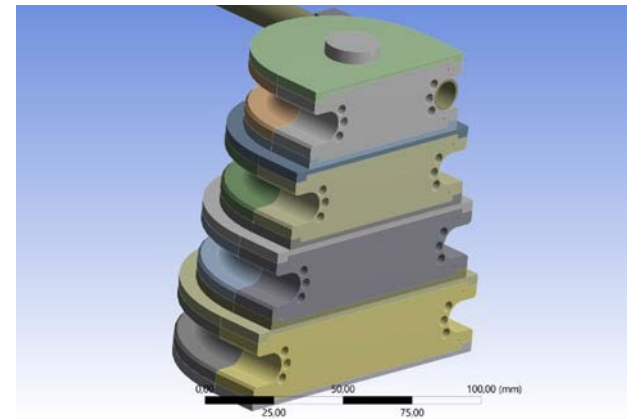


Abbildung 6: Biegeturm

Mechanische und thermische Simulation

Damit die neue Anlage wirtschaftlich vermarktet werden kann, müssen die Gesamtzykluszeiten der fertigen Rohre gering sein. Kunststoffe leiten, im Gegensatz zum Metall, Wärme vergleichsweise schlecht, somit ist die Kühlung der Rohre ein primäres Ziel. Um die eingebrachte dielektrische Wärme schnellstmöglich wieder abzuleiten, muss der Abstand zwischen den Kühlkanälen und dem Rohr daher möglichst gering sein. Eine Kombination aus mechanischer (Abb. 4) und thermischer Simulation (Abb. 5) soll die konstruktive Auslegung unterstützen. Während mit der thermischen Simulation die Kühlzeit überprüft werden, prüft die mechanische Simulation, ob die Konstruktion den Belastungen standhält. Dieses Prinzip wird zunächst auf eine Biegescheibe angewendet. Steht die Geometrie dieser Biegescheibe fest, werden vier weitere Ebenen ausgelegt, bis ein Biegeturm entsteht (Abb. 6).

Herausforderungen

Die Kühlung soll nach Möglichkeit durch Druckluft erfolgen, welche die Kühlkanäle des Werkzeugs durchströmt. Falls dies jedoch nicht ausreicht, um die gewünschten Zykluszeiten zu erreichen, müssen geeignete Ergänzungen bzw. Alternativen genutzt werden. Neben der zusätzlichen Durch- und Überströmung des Rohres, kann auch ein Medium mit höherer Wärmeleitfähigkeit verwendet werden, das nicht auf den genutzten Hochfrequenz-Bereich reagiert. Dies hätte jedoch eine Anpassung der Konstruktion zur Folge und würde zu einer Vergrößerung des Biegekopfes führen (Dichtmaterial, anderer Zusammenbau, ...). Aufgrund begrenzter Platzverhältnisse an der Anlage, wird eine komprimierte Bauweise des Biegekopfes angestrebt. Da die Simulationen, bspw. durch ungenaue Materialdaten, nur zur Abschätzung dient, wird das weitere Vorgehen von den Ergebnissen der ersten Prototypentests bestimmt.

Danksagung

Das Projekt „CNC-Kunststoff-Rohrbiegen“ (Förderkennzeichen ZF4104905P07) wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des Programms „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)“ gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Quellenangaben

[1] Fa. Mobitec – Kottmann und Berger GmbH

h_da

HOCHSCHULE DARMSTADT
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

ikd

INSTITUT FÜR
KUNSTSTOFFTECHNIK DARMSTADT

Kontakt

Prof. Dr. Martin Müller-Roosen
Institut für Kunststofftechnik Darmstadt ikd
Hochschule Darmstadt h_da
Haardtring 100, 64295 Darmstadt
mail: Martin.Mueller-Roosen@h-da.de

Projektpartner

Mobitec
Kottmann und Berger GmbH
Lorcher Straße 36, 73102 Birenbach
Mail: info@kottmann-berger.de

