



Temperierte Innenhochdruck- Umformung von Titan Grade 2

Motivation

Leichtmetalle wie Titan, Aluminium und Magnesium bieten insbesondere für Anwendungen im Bereich Mobilität/Fahrzeugbau aufgrund ihrer guten gewichtsbezogenen mechanischen Eigenschaften ein enormes Anwendungspotenzial. Demgegenüber stehen jedoch vergleichsweise eingeschränkte Möglichkeiten zur wirtschaftlichen Herstellung von Umformbauteilen

Stand der Technik

Leichtmetalle haben bei Raumtemperatur oft nur ein vergleichsweise geringes Umformvermögen. Daher müssen zur Fertigung komplexer Bauteile häufig Prozessketten mit mehreren Umformschritten und zwischengeschalteten Wärmebehandlungen genutzt werden.

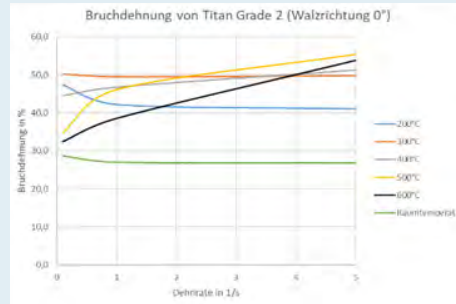
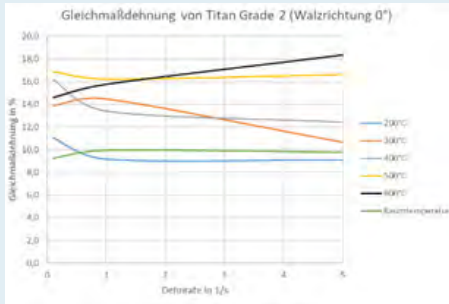
Eine Alternative ist die superplastische Umformung. Allerdings ist diese aufgrund der langen Taktzeiten, des hohen Energieverbrauchs und der Notwendigkeit zur Verwendung von Schutzgas ebenfalls sehr kostenintensiv.

Projektziele und Lösungsansatz

Im Rahmen eines durch die AIF geförderten Projekts bestand das Ziel darin, einen wirtschaftlichen, temperierten Innenhochdruck-Umformprozess von Titanbauteilen zu entwickeln. Als Zielbauteile wurde ein T-Stück aus Titan Grade 2 ausgewählt.

Der Lösungsansatz besteht dabei in einem temperierten Umformprozess mit gasförmigem Wirkmedium. Dabei muss bei der Umformtemperatur ein Kompromiss gefunden werden, um einerseits gegenüber Raumtemperatur deutlich

*Werkzeug zur temperierten
Innenhochdruck-Umformung
von T-Stücken aus Titan Grade 2*



Gleichmaß- und Bruchdehnung von Titan Grade 2 in Abhängigkeit von Temperatur und Dehnrate

bessere Umformeigenschaften des Titans zu erreichen und andererseits auf den Einsatz von Schutzgas sowie hochtemperaturtauglichen Werkzeugwerkstoffen verzichten zu können.



Gefertigte Titan-Bauteile

Projektergebnisse

Basierend auf einer umfangreichen temperatur-, walzrichtungs- und dehnratenabhängigen Kennwertermittlung im einachsigen Hochgeschwindigkeitszugversuch sowie Untersuchungen zur Zunderbildung wurde eine optimale Umformtemperatur von 400 °C ermittelt. Im relevanten Dehnratenbereich bis 5 s⁻¹ liegen bei 400 °C die Gleichmaßdehnung ca. 40 Prozent und die Bruchdehnung ca. 70 Prozent höher als bei Raumtemperatur.

Basierend auf den ermittelten Kennwerten erfolgte die simulationsbasierte Prozessauslegung des T-Stücks. Durch die erhöhte Umformtemperatur konnte die mögliche Domhöhe in der Simulation bei vergleichbarer minimaler Wanddicke von 15 auf 25 mm gesteigert werden. Das Umformwerkzeug wurde dabei so ausgelegt, dass die Werkzeugaktivteile

durch Heizplatten elektrisch auf Umformtemperatur erwärmt werden. Durch die für ein Warmumformwerkzeug vergleichsweise geringe Umform- und Werkzeugtemperatur kann ein einfacher und kostengünstiger Warmarbeitsstahl für die beheizten Werkzeugbereiche genutzt werden. Der Entfall von Schutzgas vereinfacht den Werkzeugaufbau ebenfalls. Die werkzeugtechnische Herausforderung besteht im Wesentlichen in der hohen Adhäsionsneigung des Titans am Werkzeug während der Umformung. Um den Werkzeugverschleiß beim axialen Nachschieben möglichst gering zu halten, wurden daher im Projekt verschiedene Werkzeugbeschichtungen durch das Fraunhofer IST entwickelt und am Fraunhofer IWU getestet.

Im Rahmen der Versuchsdurchführung konnte die in der Simulation ermittelte maximale Domhöhe von 25 mm bei einem T-Stück mit 30 mm Rohrdurchmesser und 1 mm Wanddicke aus Titan Grade 2 realisiert werden. Die entwickelten Beschichtungen zeigen in Bereichen mit geringer Relativbewegung zwischen Werkstück und Werkzeug ihr Potenzial. Für eine Nutzung im Nachschiebebereich bei der Fertigung der T-Stücke mit ca. 30 mm Nachschiebeweg bei 20 MPa Innendruck sind weitere Entwicklungen erforderlich.

Fazit

Im Rahmen des Projekts konnte das Potenzial der temperierten Innenhochdruck-Umformung von Bauteilen aus Titan Grade 2 aufgezeigt werden. Das Fraunhofer IWU kann dabei die gesamte Prozesskette von der Bauteilentwicklung über die Werkstoffkennwertermittlung, die simulationsbasierte Methodenplanung bis hin zu Werkzeugkonstruktion und -fertigung sowie das Prototyping anbieten.

Kontakt

Dipl.-Ing. André Albert
Wirkmedienumformung
Tel. +49 371 5397-1127
andre.albert@iwu.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut
für Werkzeugmaschinen
und Umformtechnik IWU
Reichenhainer Straße 88
09126 Chemnitz
www.iwu.fraunhofer.de