Verfahrenskombination Innenhochdruck-Umformung mit integriertem Presshärten

Albert, A.

Abstract

Die Automobilindustrie ist in Anbetracht ständig steigender Rohölpreise vermehrt mit dem Zielkonflikt konfrontiert, dass die Kunden einerseits sparsame Fahrzeuge mit möglichst geringem Schadstoffausstoß fordern und andererseits das Gewicht der Fahrzeuge durch zusätzliche Komfort- und Sicherheitsausstattungen weiter steigt. Leichbau steht dabei mehr denn je im Fokus der Automobilindustrie.

Um die durch das Presshärte-Verfahren erreichten Leichtbaueffekte erweitern zu können, wurde am Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU das Presshärten auf die wirkmedienbasierte Umformung von Rohren und Profilen übertragen.

Es wird ein Überblick über die Verfahrensentwicklung bzgl. der Prozesskette, der Erwärmungsstrategien, der Werkzeugkonzepte, der erreichten Bauteileigenschaften und potentieller Anwendungen gegeben.

1 Motivation

Die industrielle Anwendung des Presshärtens erfolgt bisher in erster Linie bei Blechbauteilen. Durch die Übertragung des Verfahrens auf geschlossene Profile sollen unter anderem durch den Entfall von Fügeflanschen das Leichtbaupotenzial weiter ausgeschöpft und der Industrie ein kostengünstiges Verfahren zur Herstellung hochgenauer und hochfester innenhochdruck-umgeformter Bauteile (IHU) zur Verfügung gestellt werden.

2 Prozesskette

Entsprechend der Prozesskette des Blech-Presshärtens werden auch die Rohre und Profile beim wirkmedienbasierten Presshärten zunächst auf Austenitisierungstemperatur erwärmt, dann umgeformt und im Werkzeug mit einer Abkühlrate größer 27 K/s wärmebehandelt. Dabei entsteht ein martensitisches Gefüge mit den gewünschten Eigenschaften.

3 Erwärmungsstrategien

Die Erwärmung kann sowohl konvektiv im Ofen als auch induktiv erfolgen. Versuche haben gezeigt, dass eine Haltezeit auf Austenitisierungstemperatur zur Gefügeumwandlung bei einer induktiven Bauteilerwärmung nicht notwendig ist. Um ein wiederholgenaue Versuchsdurchführung zu gewährleisten, hat sich insbesondere für den Versuchsbetrieb eine induktive Bauteilerwärmung mit Roboterhandling zum Einlegen der heißen Rohre ins Werkzeug bewährt.

4 Werkzeugkonzepte

Der Werkzeugaufbau entspricht im Wesentlichen dem Aufbau klassischer IHU-Werkzeuge, weist aber einige Besonderheiten auf.

So müssen die Werkzeuge aus Warmarbeitsstahl wie dem 1.2343 gefertigt werden. Des Weiteren ist die Integration einer Werkzeugkühlung für Serienwerkzeuge notwendig. Im Versuchsbetrieb ist diese aufgrund der geringen Stückzahlen nicht erforderlich. Um ein Aufheizen des Pressentisches und des Stößels zu verhindern, sollten die Werkzeuge zur Presse hin mit Isolierplatten versehen werden. Der Einbau von Temperatursensoren zur Überwachung der Werkzeug- und Bauteiltemperaturen ist ebenfalls empfehlenswert.

5 Bauteileigenschaften

Um den gewünschten Leichtbaueffekt erreichen zu können, sind insbesondere die erzielbaren Bauteilhärten relevant. Diese liegen bei 34MnB5 zwischen 610 HV und

630 HV und bei 22MnB5 bei ca. 500HV und damit um den Faktor 2 bis 3 höher als beim Ausgangsmaterial. Durch die maximal erreichbaren Festigkeiten von bis zu 1800 N/mm² entsteht ein enormes Leichbaupotential, da die Wandstärke der zu fertigenden Teile gegenüber anderen Werkstoffen reduziert werden können.

Neben den Bauteilhärten sind für den Serieneinsatz des Verfahrens auch die mögliche Ausformung und die Verschleißfestigkeit relevant. Bei den bisher hergestellten Versuchsbauteilen konnten minimale Radien im Bereich der fünffachen Blechdicke realisiert werden. Die erreichten Konturgenauigkeiten sind mit denen der klassischen Innenhochdruck-Umformung bei Raumtemperatur vergleichbar.

Eine Versuchsnockenwelle wurde auf einem Rollenprüfstand mit 2,5 Millionen Lastwechseln erfolgreich bezüglich der Verschleißfestigkeit getestet.

Die Einstellung von gradierten Bauteileigenschaften kann beim Presshärten im Wesentlichen durch zwei Verfahren erfolgen. Zum Einen sind beispielsweise durch verschieden temperierte Werkzeugbereiche partiell unterschiedliche Abkühlgeschwindigkeiten realisierbar. Zum Anderen können die Bauteile vor der Umformung selektiv erwärmt werden. Mit einer partiellen induktiven Bauteilerwärmung konnten beim Versuchsbauteil Crashbox die gradierten Bauteileigenschaften mit kleinen Übergangsbereichen im Bauteil realisiert werden.

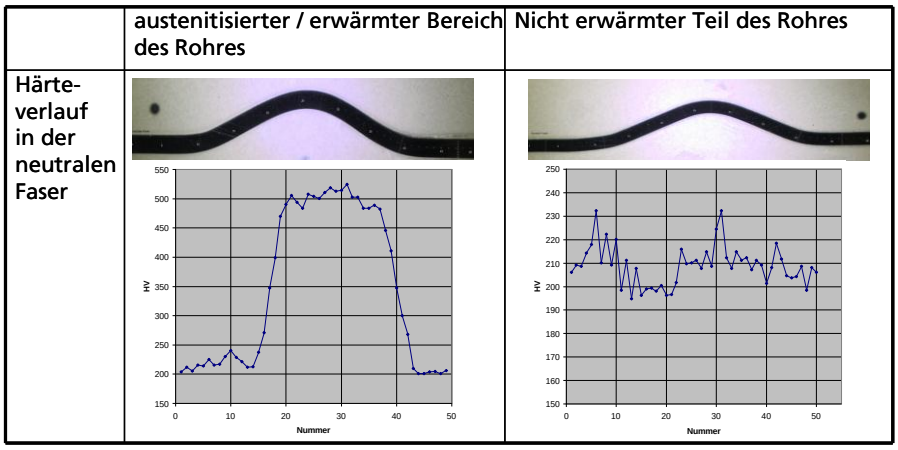

Abbildung 1: Einstellung gradierter Bauteileigenschaften (Schliffbilder Crashbox aus 22 MnB5)

6 Potentielle Anwendungen

Pressgehärtete geschlosse Profile können im Automobil beispielsweise im Karosseriebereich (A- und B-Säulen, Schwellerprofile, Türverstärkungen, Dachquerträger, etc) und für Nockenwellen eingesetzt werden. Insbesondere im Bereich der Nockenwelle besteht durch die kostengünstige Herstellung und die Reduzierung wechselnd beschleunigter Massen ein enormes Potential. Außerhalb des Automobils können pressgehärtete Bauteile u. a. als Wellenrohre in Mischwerken eingesetzt werden.

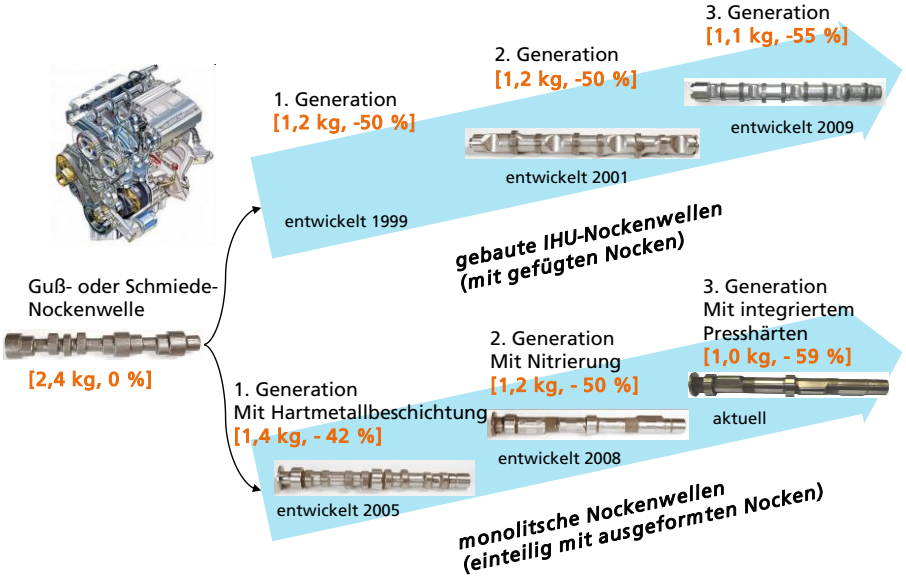

Abbildung 2: Entwicklung der Nockenwelle vom Schmiedeteil zur pressgehärteten Leichtbau-Nockenwelle