Thema: **Verbesserung der mechanischen Eigenschaften von Schweißverbindungen an Titanwerkstoffen**

Forschungsvorhaben AIF-Nr.: 13.137 N/DVS-Nr. 1.037

Forschungsstellen: 1. Institut für Werkstoffkunde, Universität Hannover
2. Laser Zentrum Hannover e.V.

Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2002 bis 29.02.2004

Berichtszeitraum: 10/2003 bis 3/2004

Das Ziel des Projektes ist es, die mechanischen Eigenschaften von Schweißnähten vorrangig an chemisch hoch resistentem Reintitan durch Steuerung des Schweißnahtgefüges zu verbessern und eine Reduzierung der Wärmeeinflusszone zu erzielen, um die Umformbarkeit geschweißter Gefüge zu verbessern.

Arbeiten des Instituts für Werkstoffkunde

Im vergangenen Arbeitszeitraum wurde an mit TaC geimpften Proben untersucht, in wie weit dieses Impfmittel in der Schweißnaht erhalten bleibt. Wegen des geringen Impfmittelgehalts in der Schweißnaht wurde statt einer Röntgendiffraktometrie (XRD) eine Elektronenstrahlmikroanalyse (ESMA) der Elementverteilung durchgeführt. Die Analysen zeigen eine gleichmäßige Ta-Verteilung in der Naht. Einzelne TaC-Partikel konnten nicht nachgewiesen werden.

Weiterhin wurde der Einfluss der Impfmittelmenge auf das Nahtgefüge exemplarisch an mit TaC geimpften Proben untersucht. Bei niedrigen TaC-Gehalten bildet sich das Gefüge ähnlich wie bei nicht geimpften Schweißnähten aus, die plattenförmige α-Phase wird jedoch etwas deutlicher. Mit erhöhter TaC-Menge treten nadelförmige α-Phasen auf. Wird ein bestimmter Gehalt überschritten, stellt sich eine sehr feine nadelförmige Sekundärstruktur in den Körner ein. Die Härtemessungen an diesen Schweißnähten zeigen, dass die Nahthärte mit zunehmendem TaC-Gehalt ansteigt. Um eine Veränderung der Versuchsergebnisse bei mechanischen Prüfungen durch die Nahtüberhöhung zu vermeiden, wurden nun Proben ohne Zusatzwerkstoff geschweißt. Die Ergebnisse der durchgeführten Tiefungsversuche zeigen, dass die Tiefungsfähigkeit bei den Proben mit geimpften Schweißnähten im Vergleich zu nicht geimpften nur leicht absinkt. Darüber hinaus zeigen die geimpften Proben eine Zunahme der Festigkeit der Schweißnaht. Auf Grund der gewonnenen Ergebnissen wurde die Impfmittelzusammensetzung auf TaC-Basis durch Zugaben von Ta/Nb/TaNb modifiziert. Die metallographischen Ergebnisse der mit modifizierten Impfmitteln geschweißten Proben zeigen ein Gefüge, das dem von Schweißnähten mit niedrigen TaC Gehalten ähnelt. Dies ist auf die resultierende Absenkung des TaC-Gehalts durch die Modifizierung der Impfmittel erklärbar. In den Tiefungsversuchen zeigte sich, dass durch Zugabe des Nb-Metallpulvers die Umformbarkeit geimpfter Schweißnähte verbessert werden kann.

Im Weiteren wurden Versuche mit Impfmitteln aus TaC und TaC+Nb an Titan Grade 4 durchgeführt. Erichsen-Tiefungen und Zugversuche zeigen, dass im Hinblick auf Festigkeit und Umformbarkeit das Impfen mit TaC zu günstigen Ergebnissen führt. Versuche an Titan Grade 5 zeigen, dass die Schweißnähte sich schon spröde verhalten.

Untersuchungen zum flussmittelähnlichen Effekt der Impfmittel wurden durchgeführt. Die meisten Impfmittel mit Ausnahme von TiC und WC führen zu einer Verbreitung der Naht. Beim Einsatz der Impfmittel TaC, B4C und C nimmt sowohl die Nahtbreite als auch die Einbrandtiefe zu.

Die Fülldrahtherstellung befindet sich z.Zt. in der Bearbeitung. Es wurde am IW eine Drahtziehbank konstruiert. Eine Versuchsvorrichtung zur Füllung der Titanröhrchen mittels einer Vibrationsanlage wurde aufgebaut. Diese ermöglicht das gleichmäßige Füllen sehr dünner Röhrchen mit TaC-Pulver.

Arbeiten des LZH

Die thermische und mechanische Nahtnachbehandlung sind Arbeitspakete des LZH.

Im Berichtszeitraum wurden mit dem im Projekt entwickelten Versuchsaufbau zum Laserstrahlschweißen von Titan mit Zusatzwerkstoff weitere Parameterstudien zum Schweißen von I-Nähten an den Werkstoffen Titan Grade 1, 2, 4 und 5 durchgeführt. Weitere Untersuchungen befassten sich mit Einbringung der für die Rekristallisation notwendigen Versetzungen im Bereich der Schweißnaht.

Aufbauend auf den mit dem diskontinuierlichen Einglättverfahren erzielten Ergebnissen wurden Versuche mit optimierten Einglättvorrichtungen durchgeführt. Ziel war hierbei die Erhöhung der Versetzungsdichte im Bereich der Wärmeeinflusszone zur Verminderung des bei den ersten Rekristallisationsversuchen beobachteten Kornwachstums.

Hierzu wurde eine Vorrichtung verwendet, bei der federbelastete Niederhalter während des Einglättvorgangs den Bereich neben der Schweißnaht fixieren. Bei mit diesem Verfahren behandelte Schweißnähte konnte eine Reduzierung der Korngröße in der Wärmeeinflusszone beobachtet werden. Weiterhin erfolgten 2stufige Einglättversuche mit einem abgewandelten Werkzeug, bei dem die Wärmeeinflusszone durch ein Eindrücken der Naht zwischen zwei feststehende Niederhalterbacken plastisch verformt wurde und anschließend mit beidseitig wirkenden Stempeln wieder in die Blechebene eingeglättet wurde. Die über den eingeglätteten Schweißnähten ermittelten Mikrohärtewerte liegen bei im 2stufigen Verfahren eingeglätteten Nähten nahezu auf Grundwerkstoffniveau. Nach einer weiteren Optimierung der Wärmebehandlung zeigte dieses Verfahren die besten Ergebnisse hinsichtlich der Kornfeinung im Schweißgut und Reduzierung der Korngröße in der Wärmeinflusszone. An den rekristallisierten Schweißnähten erfolgten Biege- und Zugversuche, welche zur Zeit ausgewertet werden.

Im Weiteren erfolgten aufbauend auf den Ergebnissen des IW Schweißversuche mit Impfmitteln. Als Impfmittel wurde TaC verwendet, welches vor dem Schweißen auf die Blechoberfläche aufgebracht wurde. In metallografischen Analysen konnte ebenfalls ein im Schweißgut entstehende Sekundärgefüge nachgewiesen werden.

Im Berichtzeitraum wurden für das Praxisbauteil Vorrichtungen zum Schweißen und Einglätten konstruiert und gefertigt, mit denen aus den Werkstoffen Titan Grade 1 und 2 geschweißt und anschließend eingeglättet wurden. Zur Zeit erfolgt die Wärmebehandlung der Nähte. Im Anschluss ist die Umformung in einen Dichtungsflansch geplant.

Das Projekt wurde kostenneutral um 3 Monate verlängert. Das nächste Treffen des projektbegleitenden Ausschusses ist für Ende Mai 2004 geplant.