

Eis-Spannsystem für komplexe Werkstückgeometrien

Diplomand



Jan Huwiler

Einleitung: Bei der Serienbearbeitung von Werkstücken mit Rohlingen, die Freiformflächen oder komplexe Formen (z.B. Turbinenschaufeln) enthalten, ist die Werkstückspannung eine wesentliche Problemstellung. Die Geometrie der Rohlinge ist häufig unregelmässig, und sie weisen zudem recht grosse Toleranzen auf. Für das Spannen komplexer Werkstück Geometrien werden Systeme eingesetzt, die nach bekannten Funktionsprinzipien arbeiten (Befestigungen: mechanisch, mit Klebstoff, Vakuum, Magnet oder durch Verschmelzen des Werkstücks). Ein anderes, in der Branche noch wenig angewendetes Verfahren sind Eisspannsysteme. Hier werden die Teile über einer dünnen Wasserschicht auf einer gekühlten Platte eingefroren, wobei sich die Grösse der Kontaktfläche auf die Haltekraft auswirkt. Dies ist der Hauptgrund, warum diese Technik zur Befestigung flacher Bauteile eingesetzt wird. Ziel der Bachelorarbeit ist es, die Vor- und Nachteile sowie die Grenzen der Verwendung eines Eisspannmechanismus zur Befestigung einer Turbinenschaufel zu evaluieren. Ein Fazit soll gezogen werden, ob ein Eisspannsystem zum Spannen von Turbinenschaufeln eingesetzt werden kann und ob weitere Problemstellungen bestehen.

Vorgehen: Die Arbeit basiert auf einer Literatur/Internet -Recherche zum Stand der Technik beim Spannen von Turbinenschaufeln, sowie für einen Vergleich verschiedener Verfahren mit der Vertiefung des Spannverfahren mittels Eis. Die Ermittlung der Vor- und Nachteile sowie Grenzen des Eisspannsystems erfolgt durch Versuche. Als Grundlage für die Versuche besteht ein Testkonzept mit einem Testkörper, welches den Einfluss von thermodynamischen Prozessen berücksichtigt. Der gewählte Testkörper ist in Würfelform ($70 \times 70 \times 70 \text{ mm}^3$), da dieser die Möglichkeit gibt, die Auswirkungen verschiedener Oberflächen-Rauheiten (Poliert Ra 1,04, geätzt Ra 1,33, roh ab Werk Ra 13,00) zu testen. Die Einwirkungen des Bearbeitungsprozesses wird mittels Spannungsversuchen (Zug, Scher, Biegung) abgedeckt. Zusätzlich wird der Einfluss der Bearbeitungskühlung mittels Kühlmittelschmierstoff beobachtet, um Erkenntnisse zu erhalten, wie die Eisschicht beeinflusst wird. Die Eisspannplatte funktioniert auf dem Prinzip eines Druckluftwärmetauscher.

Ergebnis: Nach den ersten Versuchsreihen ergab sich, dass der Testkörper auf der Eisspannplatte gefriert. Die Haltekraften erreichen jedoch nicht die erforderlichen Werte für die Bearbeitungsprozesse. Die Testergebnisse der Versuchsreihen ergeben:

- Bei einem vorgekühlten Testkörper ($\sim 0^\circ\text{C}$) betragen die Anfrizerzeiten 2-3 Minuten.
- Ein Systemdruck von 5,4 bar ergibt eine Kühlung von -4°C .
- Die höchste Haltekraft in Zugrichtung wurde bei der

rauen Oberfläche mit 280N (Mittelwert) erreicht, dies entspricht einer Zugfestigkeit von $\sim 6 \text{ N/cm}^2$.

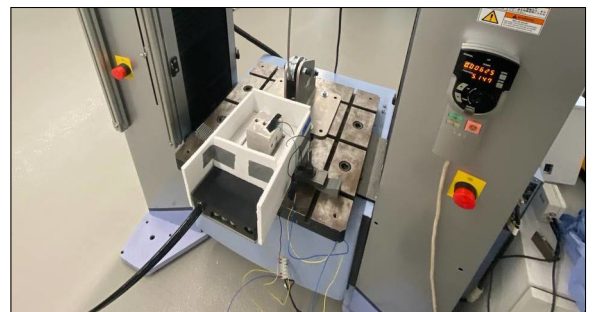
d) Kühlmittelschmierstoff beeinflusst die Haltekraft negativ um Faktor 2.

Bei einer weiteren Versuchsreihe, bei welcher der Abstand zwischen Testkörper und Eisspannplatte erhöht wurde, konnte der Einfluss von Luftblasen auf die Haltekraften verifiziert werden. Die Schlussfolgerung ist, dass die Kohäsionskraft des Eises höher ist als die Adhäsionskraft zwischen dem Eis und dem Testkörper.

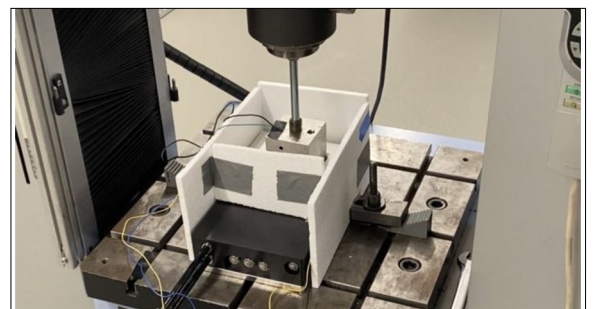
Eisspannplatte
Eigene Darstellung



Eisspannplatte in Zugprüfmaschine (Scherversuch)
Eigene Darstellung



Eisspannplatte in Zugprüfmaschine (Zugversuch)
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Mohammad Rabiey

Korreferent

Dr. Fredy Kuster,
Neuhaus SG, SG

Themengebiet
Fertigungstechnik