

Reinecke, A.-M.; Exner, H.; Uhlmann, F.

Laserstrahlschweißen von Quarzglasfasern

Am LaserInstitut Mittelsachsen e.V. wurden in den letzten Jahren umfangreiche Untersuchungen zum Laserstrahlschweißen von Glas, von Keramik untereinander und mit Metall durchgeführt. Trotz des hohen Schwierigkeitsgrades, nichtmetallische, anorganische Werkstoffe über die werkstoffeigene Flüssigphase zu fügen, konnten Bearbeitungstechnologien entwickelt werden, die zu teilweise einzigartigen Ergebnissen führten. Auf der Basis dieser Kenntnisse sollte ein Verfahren zum Laserstrahlschweißen von Quarzglasfasern entwickelt werden:

Problemstellung

Die Herstellung von Flachbändern aus Glasfasern wird bei hohen Temperaturen über einen vertikalen Ziehprozess realisiert. Dafür werden eine bestimmte Anzahl Glasstäbe parallel mit einer konstanten Geschwindigkeit einer Wärmequelle zugeführt. Die dort gesenkte Viskosität der Glasstäbe führt an den Kontaktstellen zur Verbindung derselben. Beim Herausziehen der Bänder aus der Wärmezone mit einer höheren Geschwindigkeit als der bei der Zufuhr wird zusätzlich eine Querschnittsverringeringung des Bandes erreicht. Um diesen Prozess sicher durchführen zu können, muss der Kontakt aller Glasstäbe mit dem jeweils benachbarten garantiert werden. Dieser Kontakt wurde bisher unterstützend durch einen Klebprozess realisiert. Das Verdampfen des Klebstoffes in der Wärmezone führt zur Verunreinigung der Prozessstrecke, was jedoch bei den hohen Anforderungen an die optische Qualität der Faserbänder vermieden werden muss.

Resultierend daraus bestand die Aufgabe in der Entwicklung eines stoffeigenen Verfahrens zum Fügen der Glasstäbe, wobei garantiert sein sollte, dass die Fügezone nach dem Ziehprozess nicht mehr nachweisbar ist.

Lösungsweg

CO₂-Laserstrahlung wird von Glas sehr gut absorbiert. Die Strahlung lässt sich schnell und präzise durch Optiken ablenken und kann so zur Erzeugung definierter Temperaturfelder in Materialien beitragen. In Kombination mit den bestehenden Erfahrungen zum Schweißen von Glas wurde die Eignung des Laser-Verfahrens zum Fügen der Glasstäbe untersucht. Aufgrund der hohen Prozesssicherheit und der guten Automatisierbarkeit ließe sich dieses Verfahren gut in den Ziehprozess integrieren.

Experimenteller Aufbau

Die Untersuchungen wurden mit einem CO₂-Laser des Typs SM 400 im cw-Betrieb durchgeführt. Die Glasstäbe wurden in einer einfachen Halterung nebeneinander positioniert; wobei durch einen geringen seitlichen Druck der Kontakt der Stäbe in der Bearbeitungszone gewährleistet wurde. Die Halterung ist so gestaltet, dass sie auch eine kontinuierliche Bearbeitung während des Ziehprozesses erlauben würde. Der Laserstrahl wurde über zwei Scannerspiegel so abgelenkt, dass allen Fügestellen auf dem 18 mm breiten Stabband ein definierter Energiebetrag zugeführt werden konnte.

Da die punktuelle Erzeugung einer Schmelzphase in Glas sofort zu thermischen Spannungen führt, die die Zerstörung des Verbundes bewirken können, wurde dem Schweißprozess ein Vorwärmprozess, ebenfalls mit Laserstrahlung vorangestellt. Damit der steuerungstechnische Aufwand für die beiden Bearbeitungsphasen möglichst gering ist, wurde der Energieeintrag beim Übergang vom Vorheizen zum Schweißen lediglich durch

eine Verringerung der Bearbeitungsfläche und ein Senken der Bearbeitungsgeschwindigkeit variiert.

Ergebnisse

Größere Aufmerksamkeit musste den erhöhten Verlusten durch Wärmestrahlung in den Randstäben gewidmet werden. Aufgrund der einfachen und schnellen Ablenkung der Laserstrahlung mit den Scannerspiegeln, konnte diesem Problem durch eine Erhöhung der Scandichte in dieser Region wirkungsvoll begegnet werden.

Als Ergebnis der Entwicklung und Optimierung der Technologie konnte nach einer Vorwärmphase von 7 s und einer Gesamtbearbeitungszeit von nur 14 s bei einer Strahlleistung von rund 100 W eine gleichmäßige, feste Verbindung zwischen den Glasstäben erzielt werden. (Siehe Bild 1).

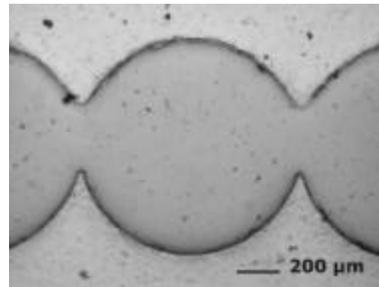


Bild 1:
Querschliff
laserstrahlge-
schweißter
Glasstäbe
Ø = 1 mm

Nach Tests unter Praxisbedingungen in der Industrie konnte die Qualität der Verbindungen als sehr hoch bestätigt werden. Weder Biegebeanspruchungen während des Handlings noch mechanische und thermische Spannungen während des Ziehprozesses führten zum Bruch der Schweißstellen. Daher wurde es als ausreichend empfunden, das Schweißen der Bänder in diskreten Abständen durchzuführen, um die notwendige Positionierung der Fasern während des Ziehprozesses zu gewährleisten.

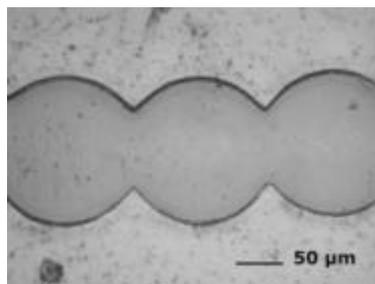


Bild 2
Querschliff des
nach der Schweiß-
bearbeitung gezo-
genen Bandes
Ø = 150 µm

Nach dem Ziehprozess ist es nicht mehr möglich, die Schweißbereiche, die auf ihre 24-fache Länge gedehnt sind, zu lokalisieren. Bild 2

Kontakt:

Dr.- Ing. A.-M. Reinecke
Hochschule Mittweida (FH)
LaserInstitut Mittelsachsen e.V.
Technikumplatz 17
D- 09648 Mittweida
Tel.: 03727 581573
Fax.: 03727 581496
e-mail : areineck@htwm.de