

Dieses Verfahren senkt die Herstellungskosten von Brennstoffzellen

Reproduzierbares, schnelles Laserschweißen von Bipolarplatten hilft, die Herstellungskosten für Brennstoffzellen zu senken. Ein wichtiger Baustein hierfür ist die neue LVTracing-Technologie von Laservorm, die aufzeichnet an welcher Stelle des Bauteils welche Parameter wie stark eingewirkt haben.

Barbara Stumpp,
Produktion Nr. 06, 2023

Altmittweida (sm). Der Schwerlastverkehr verursacht rund 25 Prozent der CO₂-Emissionen des Verkehrssektors und die sollen laut EU-Verordnung ab 2025 um 15 Prozent und ab 2030 um 30 Prozent gesenkt werden. In einer Brennstoffzelle reagiert Wasserstoff mit Sauerstoff aus der Luft zu Wasser, elektrischer Energie und Wärme. Das erlaubt CO₂-freies Fahren mit großer Reichweite und schnellem Betanken. Deshalb werden Brennstoffzellen immer interessanter für Busse und Schwerlastverkehr. Eine Brennstoffzelle besteht aus gestapelten Membran-Elektroden-Packs. Zwischen diesen Einheiten befinden sich Bipolarplatten, die die nötigen Reaktionsgase zu- und das entstehende Wasser ableiten.

Ein Brennstoffzellenstack für 100 bis 150 kW besteht aus 350 bis 500 Zellen

Besonders das Design der Bipolarplatten mit ihrer aufwändigen Strömungstechnik, engen Toleranzen beim Umformen und hohen Anforderungen an das Verschweißen der Halbschalen, ist problematisch. Beim Schweißen müssen 50 µm dicke Folien reproduzierbar dicht und präzise verschweißt werden. Die verlangte Positioniergenauigkeit von weniger als 1/10 mm bei Plattengrößen von etwa 340 x 130 mm ist eine weitere Herausforderung. Darüber hinaus dürfen sich Bipolarplatten nach dem Schweißen nicht werfen und müssen vollkommen dicht sein. Aber Brennstoffzellen und viele ihrer Teile entstehen unter teilweise manufakturähnlichen Bedingungen, was sie unnötig teuer macht. Schließlich besteht ein Brennstoffzellenstack für 100 bis 150 kW aus 350 bis 500 Zellen und Bipolarplatten verursachen dabei bis zu 45 Prozent der Produktionskosten.

Dr. Ludwig Jörissen, Leiter der Brennstoffzellen-Forschung am ZSW in Ulm, weiß: „Es ist jetzt Zeit, großserientaugliche Fertigungsverfahren zu erforschen, so dass Brennstoffzellen in nennenswerten Stückzahlen auf die Straße kom-

men.“ Er schätzt, dass momentan Fertigungstechnologien für Brennstoffzellen von ca. 10 000 Stück/Jahr/Standard möglich wären. „Leider fehlen unter anderem noch schnelle Inline-Mess- und Prüfverfahren, die es erlauben, Anforderungen für eine robuste und fehlerfreie Herstellung zu definieren und umzusetzen, um eine Großserienproduktion zu ermöglichen“, bedauert Ludwig Jörissen. Damit eine Laseranlage feine Strukturen mit bis zu 1 m/s schweißen kann, müssen die Parameter stimmen. Das neue Tool liefert dazu die Daten indem es den Prozess genau überwacht und feststellt, wie sich veränderte Parameter auf das Schweißergebnis auswirken. Das Besondere des Systems ist, dass die dazugehörigen Werkstückkoordinaten ebenfalls erfasst werden. Durch das Hochleistungstracing und weiterer hauseigener Technologien wie den SpinScan lassen sich beim Schweißprozess der Bipolarplatten Bahnverlauf, Geschwindigkeiten und Streckenenergie optimal aufeinander abstimmen für qualitativ hochwertige Ergebnisse bezüglich Dichtigkeit, thermischer und mechanischer Belastbarkeit.

„Dieses Tracing ist bei Laservorm nicht komplett neu. Neu ist, dass der Benutzer selbst festlegen kann, welche Parameter zu welchem Zeitpunkt mitgeschrieben werden und dass diese Parameter ortsbezogen dokumentiert werden. Dies war vorher nur durch unseren Maschineneinrichter möglich und konnte vor Ort nicht einfach neu festgelegt werden“, freut sich Thomas Kimme, Geschäftsführer von Laservorm.

Die Technologie ist unmittelbar in die Steuerung integriert und macht einen externen Datenlogger überflüssig. Das neue Verfahren sammelt und speichert zuverlässig alle Prozessdaten aus dem Laserprozess in Zeitintervallen von bis zu 800 µs. Das System erfasst u.a. Laserleistung, Vorschub und Position des Laserkopfes plus die genauen Koordinaten des Flecks, wo der Laserstrahl das Bauteil traf. So lassen sich bei Qualitätsproblemen die Fehler exakt bestimmen und die ermittelten Daten bilden die Grundlage für ein zukünftiges KI-basiertes Steuern der Prozesse.



Beim Tracing kann der Benutzer selbst festlegen, welche Parameter zu welchem Zeitpunkt mitgeschrieben werden und dass diese Parameter ortsbezogen dokumentiert werden. Bild: Laservorm

Die neue LVTracing-Technologie besteht aus zwei Softwarekomponenten. Der TracingClient ist direkt in die Steuerung integriert und gestattet das Auslesen der Werte aller an der Steuerung angeschlossenen Komponenten. Der TraceServer zeichnet die Tracing-Daten auf. Dieses System kann sowohl in die Anlage integriert werden als auch extern arbeiten. Das LVTracing ist eine Entwicklung von Laservorm und entsprechend optimal auf die eigenen Anlagen abgestimmt. „Das garantiert die hohe Leistung und der entsprechend hohe Datendurchsatz gestattet ein verzögerungsfreies Aufzeichnen der Tracing-Daten auch bei sehr komplexen, schnellen Laserprozessen“, weiß Thomas Kimme.

Die Tracingdaten werden unabhängig vom jeweiligen System zum Beispiel in einer csv-Datei ausgegeben, zur Weiterverarbeitung im jeweiligen Unternehmen mit Werkzeugen wie Knime, Matlab oder Scilab oder über cloudbasierte KI-Analyseplattformen.

Bei adaptiv arbeitenden Prozessen lässt sich über die unterschiedlichen Messwerte die Bearbeitung jedes Bauteils individuell anpassen. Dank koordinatenbezogenem Aufzeichnen der Daten lassen sich mögliche Tendenzen und schleichende Fehler und deren Ursachen frühzeitig erkennen. So kann man bei der Qualitätskontrolle auch noch Tage später ermitteln, wie jedes Bauteil bearbeitet wurde und warum bei welchem Teil Qualitäts-

probleme auftraten. Die Auswertung der µm-genauen Positions, Zeit und Werkstückkoordinaten erlaubt eine präzise Analyse. Damit können Qualitätsmängel wie zu geringe Einschweißstiefen oder undichte Schweißnähte präzise korrigiert und der Prozess zukünftig in Echtzeit optimiert und damit seine Produktivität gesteigert werden.

Damit KI die Steuerungsprozesse lenken kann, braucht sie die Daten in ausreichender Quantität in Echtzeit, was Laservorm beherrscht. Damit hat man eine solide Basis, um zukünftig unmittelbar auf Schwankungen in der Produktion reagieren und frühzeitig einer Fehlerentstehung entgegenwirken zu können. Laservorm hat seine Tracing-Technologie im Rahmen des Verbundprojektes TWIN (Transformation komplexer Produktentstehungsprozesse in wissensbasierte Services für die generative Fertigung) weiter entwickelt, das die Reparatur von Turbinenschaufeln automatisierbar machen soll.

Wunschziel ist die Entwicklung einer selbstlernenden und adaptiven Prozesskette

Probate Technik für die Reparatur von Turbinenschaufeln ist das Laserauftragschweißen. Die Überwachung von Basis-Kennwerten ist mittlerweile Standard. Besonders herausfordernd ist die Geometrie der Turbinenschaufeln. Aufgrund der spitz zulaufenden Form und der engen Kurve kann der Laserstrahl nicht mit gleichbleibender Geschwindigkeit über das Bauteil geführt werden. Ebenso variiert die Materialstärke, was zu unterschiedlichen Auslaufzonen führt und im schlimmsten Fall das Schmelzbad weglaufen lässt. Um schiefe Bauteile zu vermeiden ist das Tracing wesentlich, da sich damit genau feststellen lässt, ab wann der Prozess nicht mehr den gewünschten Parametern entspricht und korrigierend eingegriffen werden muss.

Obwohl die Reparatur von Turbinenschaufeln meist noch nicht automatisierbar ist, kostet sie deutlich weniger als ein neues Teil. Das Wunschziel ist es, eine adaptive und möglichst selbstlernende Prozesskette zu entwickeln. ■

MIKROFLAMM-LÖTEN
Videoclips und Beispiele auf www.spiriflame.com
Kostenlose Anwendungsversuche

Hinter jeder guten Zeitung steckt eine starke Marke. Entdecken Sie mi-connect.de

mi connect

Smarter Teamkollege Bremsen für FTS / AGV

Zuverlässige Sicherheitsbremsen für Fahrerlose Transportsysteme

mayr
Ihr zuverlässiger Partner

Besuchen Sie uns auf der Hannover Messe, Halle 6 Stand B57 www.mayr.com