

Zusammenfassung

In einer Vielzahl von Industriezweigen trägt die Aufpanzerung, der Korrosionsschutz oder die Aufarbeitung dazu bei, die Lebensdauer von Bauteilen zu verlängern. Da es sich hier häufig um großflächige Beschichtungen handelt, sind für einen wirtschaftlichen Einsatz hohe Auftragraten erforderlich. Neben einer hohen Auftragrate werden weitere Anforderungen an den Beschichtungsprozess und die Qualität der Beschichtungen gestellt. So ist etwa ein geringer Energieeintrag in das Bauteil notwendig, um den Verzug zu reduzieren und die thermische Beeinträchtigung des Trägermaterials so gering wie möglich zu halten.

Mit dem Ziel, den Energieeintrag in den Grundwerkstoff zu senken (Verzug), die Prozesseffizienz zu steigern (Steigerung der Auftragrate, Kostensenkung) und die Umwelteinwirkung des Prozesses zu verringern, wurde in dieser Arbeit ein Ansatz zur Kombination von Plasmalichtbogen und Laserstrahlung zum Auftragschweißen untersucht:

Das laserunterstützte Plasma-Pulver-Auftragsschweißen (PTA) als Plasma-Laser-Hybrid-Prozess.

Mit dem Plasma-Laser-Hybrid-Prozess konnte erfolgreich ein neuartiges Verfahren entwickelt werden, das auf einer qualitativ/technologischen, ökologischen und ökonomischen Perspektive analysiert und bewertet wird. Die Untersuchungen zur Plasma-Laser-Hybrid-Kombination zeigen, dass ein Laser, der in einer gemeinsamen Prozesszone einem PTA-Prozess vorlaufend angeordnet ist, dem PTA-Prozess erhebliche Steigerungen der Prozessgeschwindigkeit, sowie eine Verbesserung der Prozessstabilität ermöglicht. Das Laserlicht stärkt die Stabilität des Plasmalichtbogens durch die Unterstützung bei der Ausbildung des Schmelzbads, es verbessert die Anbindung des Zusatzwerkstoffs an den Grundwerkstoff und die Benetzung des Substrats.

Der Hybrid-Prozess konnte mit Verschleißschutzwerkstoffen sowie einem Korrosionsschutzwerkstoff bei Vorschubgeschwindigkeiten von bis zu 10 m/min erfolgreich validiert werden. Die Charakteristik der Beschichtungen ist vergleichbar mit denen konventioneller Laser-DED-Beschichtungen. Das vorgestellte hybride Beschichtungsverfahren besitzt insbesondere dann ein hohes wirtschaftliches Potenzial, wenn der Anwender mindestens eine der benötigten Energiequellen bereits besitzt. Die prozesstechnischen Kennzahlen übertreffen die Kennzahlen der konventionellen Referenzverfahren deutlich. Durch eine vergleichende Ökobilanzierung konnte gezeigt werden, dass der entwickelte hybride Beschichtungsprozess durch die hohe Flächenrate deutlich geringere Umwelteinwirkungen verursacht, als die Referenzprozesse.

Abstract

In a large number of industries, the hardfacing, corrosion protection or reconditioning of components helps to extend their service life. As this often involves large-area coatings, high deposition rates are required. In addition to a high deposition rate, further requirements are placed on the cladding process and the quality of the coatings. A low energy input into the component is necessary to reduce distortion and to keep thermal degradation of the substrate material as low as possible.

In this context, an approach to combine plasma arc and laser radiation for deposition welding was investigated in this work:

Laser-assisted plasma powder cladding as a plasma-laser hybrid process.

With the plasma-laser hybrid concept, a novel process has been successfully developed, which is analyzed and evaluated on a qualitative/technological, ecological and economical perspective. The investigations into the plasma-laser hybrid combination show that a laser placed in a common process zone upstream of a PTA process enables the PTA process to achieve significant increases in process speed, as well as an improvement in process stability. The laser strengthens the stability of the plasma arc by assisting in the formation of the melt pool, it improves the bonding of the filler material to the substrate and the wetting of the substrate.

The hybrid process was successfully validated with wear protection materials as well as a corrosion protection material at feed rates of up to 10 m/min. The characteristics of the coatings are comparable to those of conventional Laser-DED coatings. The hybrid cladding process presented has high economic potential, especially if the user already owns at least one of the required energy sources. The process-related key figures clearly exceed those of the conventional reference processes. A comparative life cycle assessment showed that the hybrid cladding process developed has a significantly lower environmental impact than the reference processes due to the high area rate.