

Inhalt:

- 1 Einleitung
- 2 Der Elektronenstrahl an Atmosphäre
- 2.1 Besondere Merkmale des Elektronenstrahlschweißens an Atmosphäre
- 2.2 Anlagenprinzipien
- 2.3 Prozessparameter
- 2.4 Nahtausbildung
- 3 Nahtvorbereitung
 - 3.1 Werkstückoberfläche
 - 3.2 Spaltbreiten, Passungen
 - 3.3 Störende Strahlableitung
- 4 Nahtarten
 - 4.1 Allgemeines
 - 4.2 Nachbearbeitung
 - 4.3 Einschweißung
 - 4.4 Kehlnähte und Stichnähte am T-Stoß
 - 4.5 Stirnflächennaht
- 5 Konstruktionsbeispiele und sonstige Hinweise
 - 5.1 Nahtanfang und Nahtende
 - 5.2 Unterschiedliche Werkstückdicken
 - 5.3 Schweißen mit Schweißzusatzwerkstoff
 - 5.4 Beidseitiges Schweißen
 - 5.5 Schweißen von Rundnähten
 - 5.6 Vorrichtungen
 - 5.7 Arbeitssicherheit
- 6 Normen und Regelwerke
- 7 Schrifttum

1 Einleitung

Das Elektronenstrahlschweißen an Atmosphäre wurde in Deutschland bereits um 1950 als eine Variante des Elektronenstrahlschweißens entwickelt. Im deutschen Sprachraum wird es meist als NV-EBW, aus dem Englischen (**NonVacuum-Electron-BeamWelding**), bezeichnet, da sich das Verfahren zunächst überwiegend in den USA etablieren konnte. Seit 1990 kommt das NV-EBW aufgrund seiner verfahrensspezifischen Eigenschaften auch in Deutschland vermehrt zum Einsatz.

Mit dem vorliegenden Merkblatt sollen dem Konstrukteur Hinweise gegeben werden, welche Eigenschaften das NV-EBW besitzt und wie diese vorteilhaft in Produktion und Fertigung genutzt werden können. Insbesondere die Berücksichtigung fertigungstechnischer Erfordernisse steht dabei im Vordergrund der Erläuterungen. Die Unterschiede des NV-EBW im Vergleich zum EBW- und zum Laserstrahlschweißen werden dargestellt sowie Empfehlungen und Konstruktionsbeispiele ausgewählt, die für viele Industriezweige allgemeine Gültigkeit haben.

Eine Beschreibung der verfahrenstechnischen Grundlagen sowie der Elektronenstrahlschweißanlagen ist in [1] zu finden. Weitergehende Informationen zum NV-EBW finden sich in [2, 3, 4, 5].

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

2 Der Elektronenstrahl an Atmosphäre**2.1 Besondere Merkmale des Elektronenstrahlschweißens an Atmosphäre**

Die Erzeugung des Elektronenstrahls erfolgt bei einer NV-EBW Anlage prinzipiell in der gleichen Weise wie beim EBW. Mittels geeigneter nachgeschalteter Vorrichtungen (beim NV-EBW kommt ein Druckstufensystem, nachfolgend DSS genannt, zum Einsatz; zur Elektronenstrahlauskopplung werden auch Metallfolien genutzt) wird der Elektronenstrahl vom Hochvakuum im Strahlerzeuger bis an den Atmosphärendruck an der Fugestelle ausgekoppelt.

Im Gegensatz zum EBW können beim NV-EBW nicht mehr die vielfältigen Möglichkeiten der elektromagnetischen Strahlmanipulation zur Beeinflussung des Schmelzbades genutzt werden. Bisher beschränkt sich der Einsatz der elektromagnetischen Strahlmanipulation darauf, den Elektronenstrahl koaxial durch die zur Anwendung kommenden Druckstufen zu führen und die Fokusslage zu fixieren.

Der Arbeitsabstand zwischen der Unterkante des Druckstufensystems und der Werkstückoberfläche, der anwendungsbezogen meist zwischen 5 und 40 mm beträgt, wird auch zur Beeinflussung der Energiedichte am Werkstück genutzt. Durch die Kollisionen der Elektronen mit den Gasmolekülen weitet sich der Elektronenstrahl mit zunehmendem Arbeitsabstand überproportional auf; was zu einer Reduzierung der Leistungsdichte des Elektronenstrahls führt.

Durch die Wechselwirkung des Elektronenstrahls mit den Gasmolekülen kommt es zu einer Ionisation der Luft, bei der u. a. Ozon entsteht. Alle Anlagenkomponenten sollten deshalb korrosionsbeständig sein oder durch geeignete Beschichtungen vor dem Angriff durch Ozon geschützt werden. Eine dem Einsatz des Elektronenstrahls angepasste Absaugung ist in der Arbeitskammer so vorzusehen, dass die Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) eingehalten werden. Erhöhte Werte entstehen nur beim freien Strahlen an Atmosphäre.

Das Elektronenstrahlschweißen an Atmosphäre weist folgende Merkmale auf:

- Schweißen mit sehr hohen Schweißgeschwindigkeiten möglich (> 10 m/min)
- gute Spaltüberbrückbarkeit
- Oberflächen- und winkelunabhängige Strahleinkopplung
- hoher Gesamtanlagenwirkungsgrad
- Haupteinsatzgebiet: Feinblech bis 5 mm Blechdicke; Einsatzgrenze bei ca. 20 mm Blechdicke
- Bearbeitung aller Metalle prinzipiell möglich
- Schweißen mittels Wärmeleitung und/oder Tiefschweißeffekt
- der Elektronenstrahl an Atmosphäre verursacht Röntgenstrahlung und erzeugt Ozon → röntgendichte „Einhausung“ des Schweißprozesses erforderlich

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Strahlschweißen“