

Ersetzt Ausgabe Februar 2003

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Zweck
- 3 Einordnung des Plasmaschneidens in die thermischen Schneidverfahren
- 4 Grundlegende physikalische und gerätetechnische Voraussetzungen
 - 4.1 Physikalische Voraussetzungen
 - 4.2 Gerätetechnische Voraussetzungen
 - 4.2.1 Plasmastromquelle
 - 4.2.2 Katode und Düse des Plasmabrenners
- 5 Verfahrensvarianten des Plasmaschneidens
 - 5.1 Varianten mit unterschiedlicher Einschnürwirkung
 - 5.1.1 Konventionelles Plasmaschneiden
 - 5.1.2 Plasmaschneiden mit Sekundärmedium
 - 5.1.3 Plasmaschneiden mit Wasserinjektion
 - 5.1.4 Plasmaschneiden mit erhöhter Einschnürwirkung
 - 5.2 Weitere Verfahrensvarianten
 - 5.3 Einordnung firmenspezifischer Bezeichnungen
- 6 Hinweise zur Wahl der Gase
 - 6.1 Inerte Gase
 - 6.2 Aktive Gase
- 7 Hinweise zum Schneiden metallischer Werkstoffe
- 8 Arbeitsschutz
- 9 Schrifttum
 - 9.1 Normen
 - 9.2 Technische Regeln
 - 9.3 Weitere Literaturstellen

1 Geltungsbereich

Dieses Merkblatt gilt für das Plasmaschneiden von vorwiegend metallischen Werkstoffen.

2 Zweck

Das Merkblatt gibt einen Überblick über grundlegende gerätetechnische Voraussetzungen und verfahrenstypische Merkmale des Plasmaschneidens. Für wichtige Verfahrensvarianten werden die charakteristischen Merkmale der Schnittfuge und Schnittflächen sowie bevorzugte Anwendungsmöglichkeiten hinsichtlich der metallischen Werkstoffe genannt. Das Merkblatt ist insbesondere gedacht für den Bereich Fertigung sowie für die Aus- und Weiterbildung.

3 Einordnung des Plasmaschneidens in die thermischen Schneidverfahren

Thermische Schneidverfahren sind Fertigungsverfahren, die der Gruppe Abtragen zuzuordnen sind. Die formgerechte Unterteilung der thermischen Abtragverfahren erfolgt nach dem Energieträger in

- thermisches Abtragen durch Gas, z. B. autogenes Brennschneiden
- thermisches Abtragen durch elektrische Gasentladung, z. B. Plasmaschneiden

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 gegenüber derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

- thermisches Abtragen durch Strahlen, z. B. Laserstrahlschneiden (siehe DIN 8590)

Eine weitere Einteilung kann nach der Physik des Schneidvorganges erfolgen in

- Brennschneiden
- Schmelzschneiden
- Sublimierschneiden

Nach der Physik des Schneidvorganges ist Plasmaschneiden ein Schmelzschneldprozess.

4 Grundlegende physikalische und gerätetechnische Voraussetzungen**4.1 Physikalische Voraussetzungen**

Plasmaschneiden ist ein thermischer Schneidprozess, der den Wärmeinhalt eines Plasmas zur örtlichen Materialverflüssigung und die hohe kinetische Energie des Plasmagasvolumenstromes zum Ausblasen des verflüssigten Werkstoffs nutzt.

Als Plasma bezeichnet man ein ionisiertes Gas, das die Fähigkeit besitzt, den elektrischen Strom zu leiten. Ein natürlicher Plasmazustand liegt im Inneren der Sonne und der Fixsterne vor. Hier ist die hohe Temperatur die Ursache für die Herausbildung des Plasmazustands. Auch der Blitz ist ein Plasmazustand. Hier ist allerdings die elektrische Feldstärke die Ursache für die Entstehung. In der Technik wird der Plasmazustand dadurch erzeugt, dass ein Gas

- entweder durch eine Wärmequelle so hoch erhitzt wird oder einer so hohen elektrischen Feldstärke ausgesetzt wird, dass es in den ionisierten (leitfähigen) Zustand übergeht.

Plasmaschneiden ist der thermische Schneidprozess, der mit einem durch eine Düse eingeschnürten Lichtbogen (Plasmalichtbogen) ausgeführt wird. Der Plasmalichtbogen brennt zwischen einer nicht abschmelzenden Elektrode (Katode) und dem Werkstück (übertragener Plasmalichtbogen) bzw. der Katode und der Düse (nicht übertragener Plasmalichtbogen).

Der übertragene Plasmalichtbogen schmilzt infolge seiner hohen Energiedichte den Werkstoff örtlich auf und verdampft ihn teilweise. Er ist gekennzeichnet durch eine sehr heiße Plasmazäule (30 000 K) und wesentlich kühlere Plasmahüllgase. Der werkstückseitige Ansatzpunkt des Plasmalichtbogens bewegt sich zyklisch in der Schnittfuge auf und ab.

Das Plasmagas bläst infolge seiner hohen kinetischen Energie die Schmelze aus. Dadurch entsteht die Schnittfuge. Als plasmabildende Gase und gleichzeitig als Schneidgase kommen inerte und aktive Gase sowie deren Gemische zur Anwendung. Da selbst bei Anwendung sauerstoffhaltiger Schneidgase überwiegend die Wärmewirkung des Plasmalichtbogens die Verflüssigung des Werkstoffs verursacht, spricht man von Plasmaschmelzschneld.

4.2 Gerätetechnische Voraussetzungen

Zur Durchführung des Plasmaschneidens ist eine spezielle Gerätetechnik erforderlich (Bild 1).

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Schneidtechnik“

zurückgezogen

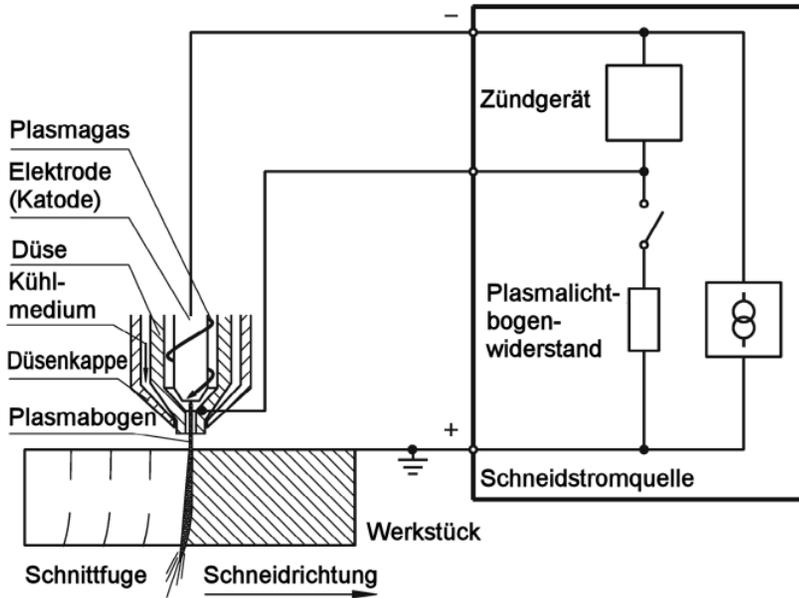


Bild 1. Plasmaschneiden, Funktionsprinzip.

Viele dieser Komponenten haben eine große Ähnlichkeit mit der im Merkblatt DVS 0919 für das Wolfram-Plasmalichtbogenbo-genschweißen beschriebenen gerätetechnischen Ausrüstung.

4.2.1 Plasmastromquelle

Die Plasmastromquelle ist durch eine hohe Leerlaufspannung (bis zu 400 V) gekennzeichnet. Sie stellt die Arbeitsspannung und den Schneidstrom für den Haupt- bzw. Hilfslichtbogen zur Verfügung. Zur sicheren Zündung des Hauptlichtbogens wird in der Regel zunächst ein mittels Hochspannungsimpulsen gezündeter nicht übertragener Plasmalichtbogen (Hilfslichtbogen, Pilotlichtbogen) erzeugt. Dieser nur mit geringer Stromstärke brennende Hilfslichtbogen ionisiert die Strecke zum Werkstück, das ebenso wie die Düse am Pluspol liegt, und ermöglicht die Ausbildung des Hauptlichtbogens. Zum Plasmaschneiden ist eine steil fallende Kennlinie bzw. eine Konstant-Stromcharakteristik erforderlich, die bei Längenänderungen des Plasmalichtbogens geringste bzw. keine Schneidstromänderungen zulässt.

4.2.2 Katode und Düse des Plasmabrenners

Die Schneidgase sind nach dem zu schneidenden Werkstoff auszuwählen. Für jedes Plasmagas sind entsprechende Verschleißteile in den Plasmabrenner einzusetzen, um optimale Schnittqualitäten und eine lange Lebensdauer (Standzeit) der Verschleißteile zu erreichen. Wichtige Verschleißteile sind die Katode (Elektrode) und die Plasmadüse.

Die Standzeit der Katode (Elektrode) ist abhängig von der Höhe der Schneidstromstärke, der Anzahl der Zündungen (speziell der Lochstiche), der Gas- und Stromsteuerung am Schnittanfang und Schnittende, der Wärmeabführung von der Katode und der Art des Plasmagases. Als Katoden zum Plasmaschneiden haben sich stabförmige Wolframelektroden sowie stiftförmige Zirkonium- bzw. Hafniumelektroden bewährt. Die Elektroden können als Spitzenelektroden oder als Flächenelektroden ausgebildet sein. Während die Wolframelektroden nur bei inerten Plasmagasen bzw. Gemischen aus inerten und reaktionsträgen bzw. reduzierenden Gasen eine ausreichende Beständigkeit aufweisen, verfügen die Zirkonium- und Hafniumkatoden auch unter sauerstoff- und stickstoffhaltigen Plasmagasen über eine entsprechende Standzeit, weil sie einerseits eine höherschmelzende Schutzschicht bilden (Tabelle 1) und andererseits in einen gut wärmeleitenden Grundkörper eingebettet sind, der intensiv gekühlt werden kann. Beim Sauerstoff-Plasmaschneiden kann durch eine Zweigaszufuhr (mit oxidationsträgem Gas während des

Zündprozesses und Sauerstoff während des Brennens des Hauptlichtbogens) die Standzeit der Katoden verlängert werden.

Tabelle 1. Charakteristische Kennwerte von Verschleißteilwerkstoffen.

Werkstoff	Formel	Schmelztemperatur °C	Siedetemperatur °C	Wärmeleitfähigkeit bei 20°C W/(m · K)
Wolfram	W	≈ 3400	≈ 5660	≈ 174
Wolframoxyd	WO ₃	1473	≈ 1800	
Zirkonium	Zr	1852	≈ 4377	≈ 22
Zirkonioxyd	ZrO ₂	≈ 2700	≈ 4300	≈ 2,5
Zirkoniumoxyd	ZrN	2982		
Hafnium	Hf	≈ 2227	≈ 4602	≈ 23
Hafniumoxyd	HfO ₂	1700	≈ 2900	
Aluminiumnitrid	HfN	3305		
Kupfer	Cu	1083	≈ 2580	≈ 400
Kupferoxyd	Cu ₂ O	1235	1800	
Silber	Ag	961	2210	≈ 429

Die Standzeit der Düse ist abhängig von den Abmessungen der Düsenbohrung, der Masse und der Wärmeleitfähigkeit des Düsenmaterials, der Leistung (Produkt aus Schneidstromstärke und Schneidspannung) und Einschaltdauer des Plasmalichtbogens, der Anzahl der Zündungen und des Lochstechablaufes sowie der Intensität der Kühlung. Eine Wasserkühlung ist intensiver als eine Gaskühlung. Eine Gaskühlung ist unabhängig von der Bereitstellung von Kühlwasser, erfordert jedoch eine wesentlich größere Gasmenge.

Hinsichtlich der Gestaltung des bündelnden Düsen-systems haben sich charakteristische Verfahrensvarianten des Plasmaschneidens herausgebildet. Weitere Verfahrensvarianten sind darauf ausgerichtet, die sich bildenden Gefahrstoffe möglichst nahe am Entstehungsort zu binden.

5 Verfahrensvarianten des Plasmaschneidens

5.1 Varianten mit unterschiedlicher Einschnürwirkung

Die erreichbare Schnittqualität und Schneidgeschwindigkeit sowie die schneidbare Werkstückdicke sind abhängig vom zu