

Hartlöten – Eine Kurzübersicht für das Löten von Hartmetallwerkzeugen

Das Löten von Hartmetallen ist anspruchsvoll. Damit Probleme beim Löten dieser schwierigen Hartmetalllötungen vermieden werden, ist es wichtig, die richtigen Hartlote und Flussmittel auszuwählen. Welche Möglichkeiten gibt es und was ist zu beachten?

Hartmetall, der ein viel genutzter Schneidstoff in Fertigungsverfahren ist, eignet sich wegen seiner Härte- und Temperaturbeständigkeit hervorragend für viele Anwendungen, so z. B. zum Fräsen, Drehen, Bohren und Sägen von Metall, Holz, Kunststoff und anderen Werkstoffen. Der Vorteil von Hartmetall-Schneidwerkzeugen ist die Verbindung von Werkzeugstählen – die der Trägerwerkstoff sind – mit den spezifischen Eigenschaften der Hartmetalle.

Für die Qualität des Werkzeugs ist auch die Qualität des Lötens – also die Verbindung des Hartmetalls mit dem Trägerwerkstoff – entscheidend. Durch den Einsatz der richtigen Flussmittel und Hartlote können spätere Qualitätsprobleme vermieden werden. Häufige Fehler sind z. B., dass das Lot nicht ausreichend am Hartmetall bindet, die Festigkeit des Lots nicht ausreicht und dass es in der Abkühlphase zu Rissen oder Abplatzungen im Hartmetall kommen kann.

Damit eine zuverlässige Lötverbindung mit hoher Festigkeit zwischen Hartmetall und Stahl sichergestellt ist, müssen wichtige Kriterien bei der Lot- und Flussmittelauswahl beachtet werden, die wir Ihnen im Folgenden beschreiben.

Löten von Hartmetall-Schneidwerkzeugen

Hartmetalle sind gesinterte Werkstoffe aus Hartstoffen (meist Wolframcarbid), die in eine metallische Bindermatrix (meist Kobalt), eingebettet sind. Der hohe Metallcarbid-Anteil macht es schwierig, Hartmetall zu benetzen.

Die Benetzbarkeit kann aber deutlich verbessert werden, indem galvanisch eine Kobalt- oder Nickelschicht aufgetragen wird. Dies gilt besonders bei Hartmetallen mit einem sehr geringen Metallbinderanteil. Die Metallbeschichtungen haben außerdem noch den wichtigen Effekt, die Oxidation der Hartmetalle zu verhindern.

Löten mit Silberhartloten

Zum Löten dieser Werkstoffe werden meist Silberhartlote mit benetzungsfördernden Legierungselementen verwendet (wie z. B. Mangan). Gelötet werden hartmetallbestückte Werkzeuge bei Temperaturen über 450 °C. Wie für jede Lötung gilt auch hier, dass die zu fügenden Oberflächen möglichst oxid- und fettfrei sein sollten. Je nach gewähltem Silberhartlot und je nach Qualität der Lötung können Zugfestigkeiten im Verbund von 150 bis 300 MPa erreicht werden.

Besonderheiten für das Löten: Beschichtungen und Korrosionsschutz von Hartmetallen

Durch unterschiedliche Schneidstoffe und -modifikationen oder zusätzliche Beschichtungen können sich Besonderheiten für das Löten ergeben.

Soll z. B. der Verschleißschutz von Hartmetallen im CVD- oder PVD-Beschichtungsverfahren durch das Aufdampfen einer Hartstoffschicht (z. B. Titancarbid, Titanitrid oder Titanaluminiumnitrid) erhöht werden, müssen die Prozessbedingungen des Beschichtungsverfahrens beachtet werden.

Bei der Lotauswahl müssen Prozesstemperaturen, die über 400 °C gehen oder Arbeiten, die in Vakuum stattfinden, berücksichtigt werden. Zink, das ein typisches Legierungselement von niedrig-schmelzenden silberhaltigen Loten ist, beginnt nämlich ab 400 °C zu verdampfen und kann damit die Beschichtungsqualität und die Festigkeit der Lötverbindung beeinträchtigen.

Deshalb sollten Hartmetalle, die für einen solchen Beschichtungsprozess vorgesehen sind, mit einem *zinkfreien* silberhaltigen Hartmetalllot (DIN EN ISO 17672 Ag 464) gelötet werden.

Einsatz von speziellen Flussmitteln bei Hartmetallen notwendig

Das Löten von Hartmetallen erfordert spezielle Flussmittel (DIN EN 1045: FH12). Universalf Flussmittel (DIN EN 1045: FH 10) sind hier in der Regel nicht ausreichend. Der Einsatz dieser Flussmittel ermöglicht es, durch die oxidlösende Eigenschaften Lötungen an Atmosphäre per Flamm- oder Induktionserwärmung durchzuführen.

Thermische Effekte und Spannungszustände bei Hartmetall und Stahl

Hartmetalle sind empfindlich gegenüber Zugspannungen. Je nach Hartmetallsorte und Bauteilgeometrie wirkt sich diese Eigenschaft unterschiedlich stark aus und hat Auswirkungen auf den Stoffverbund in der Abkühlphase nach dem Löten.

Unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten von Stahl und Hartmetall

Wird die Kombination Stahl und Hartmetall erhitzt, dehnt sich der Stahl aufgrund seines wesentlich höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten stärker aus als das Hartmetall. Die Wärmeausdehnung des Stahls ist zwei bis drei Mal höher als die des Hartmetalls. Deshalb ist es wichtig, dass beim Löten der Fügepartner Hartmetall und Stahl die unterschiedlich hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten beachtet werden.

Zugspannungen nach dem Abkühlen

Bei Löttemperatur sind die Fügepartner noch lose über die flüssige Lotschmelze verbunden und spannungsfrei. Nachdem das Lot erstarrt ist, ist das Hartmetall stoffschlüssig mit dem Stahl verbunden. Nun kommt es zur direkten Kraftübertragung zwischen den beiden Werkstoffen. Kühlt das Bauteil ab, wird das Hartmetall wesentlich weniger als der Stahl kontrahieren. Das Ergebnis ist, dass Zugspannungen durch den Stahl auf das Hartmetall übertragen werden, so dass es zu einer irreversiblen Schädigung



des Hartmetalls kommen kann (wie Risse unmittelbar nach dem Löten, Schleifen oder im Einsatz).

Schichtlot gegen Spannungen beim Abkühlen einsetzen

Durch die Verwendung von speziellen Schichtlotfolien wird ein rissfreies Fügen von Hartmetallen ermöglicht. Die Schichtlotfolien können die auftretenden Spannungen beim Abkühlen aufnehmen. Beim Einsatz eines Schichtlots bildet sich im mittleren Bereich des Hartmetalls ein deutlich kleinerer Bereich mit geringerer Zugspannung aus. Die seitlich am Hartmetall wirkenden Kräfte werden ebenfalls reduziert.

Lotfolien sind wie ein Sandwich aufgebaut, dessen Kern aus einer duktilen Zwischenschicht, die beidseitig mit Silberbasislot plattiert ist, besteht. Diese Zwischenschichten sind zumeist aus Kupfer oder Kupferbasislegierungen.

Die Scherfestigkeit der Verbindung wird durch die Festigkeit der Lotzwischen- schicht bestimmt. Im Vergleich zu einer Standard-Kupferzwischen- schicht lässt sich diese durch den Einsatz von speziellen Legierungszwischenschichten um mehr als 20 Prozent erhöhen.

Um die optimale Schichtlotbandgeometrie im Bezug auf die Breiten der Fügepartner zu ermitteln, wurden verschiedene Untersuchungen durchgeführt. Für einen optimalen Spannungsabbau sollte eine kontinuierliche Zwischenschicht über die gesamte Fügefläche vorhanden sein. Hartmetalle mit kleinen Fügeflächen können in bestimmten Fällen aber auch lediglich mit niedrig-schmelzenden Silberhartloten ohne Zwischenschicht gelötet werden.

Da mit zunehmender Fügefläche jedoch die auftretenden Spannungen im Hartmetall deutlich ansteigen, wird diesen höheren Spannungen im Verbund mit höheren Zwischenschichtdicken entgegengewirkt. Eine weitere Möglichkeit, Spannungen abzuleiten, besteht darin, Spannungen über eine Lötspaltverbreiterung auf das duktile Lot abzuleiten; die Spaltbreite kann durch ein in das Lot eingearbeitetes Nickelnetz eingestellt werden.

Zu der passenden Auswahl von Lot und Flussmittel wenden Sie sich bitte an unsere Anwendungstechnik. Wir beraten Sie gerne.

Ihr Ansprechpartner:
Sascha Hain / Leiter Anwendungstechnik
Tel.: 06184 93287-22

Literatur:

- [1] Weise, W.; Koschlig, M.; Herzog, H.; Beuers, J.: „Einsatz innovativer Lote in der Schneidetechnik“, Broschüre, Hg. Degussa-Hüls, 1995
- [2] Magin, M.; Rassbach, S.: Stress Analysis on Brazed Hartmetal Saw Teeth, 17. Plansee-Seminar, Reutte 2009
- [3] N.N.: „Technik die Verbindet“, Broschüre, Heft 30, Hg. Degussa AG



ARMIN HAIN
Löt- und Verbindungswerkstoffe

Armin Hain GmbH & Co. KG
Löt- und Verbindungswerkstoffe
Somborner Straße 15
63517 Rodenbach

Tel.: 06184 93287-0
Fax.: 06184 93287-11
www.armin-hain.de