



Studiengänge Maschinenbau und Mechatronik

Erstellung eines Konzeptes für eine Fertigungseinrichtung zur Realisierung von
Teilverbindungen durch Löten

Name: Liu Xingyu

Matrikelnummer: 25872

Semester: BMMP 7

Hochschulbetreuer: Prof.Dr.Ing.Rolf Kademann

Abgabetermin:06.2021

Abgabeort:Merseburg

Unterschrift Hochschulbetreuer

Unterschrift Liu Xingyu

Inhaltsverzeichnis

Abstract	4
1 Einleitung	6
1.1 Die Eigenschaften des Lötens.....	6
1.2 Die Anwendung des Lötens.....	8
1.3 Der Prozessablauf des Lötens.....	9
1.4 Werkstoffe beim Löten.....	15
1.5 Häufig verwendete Verfahren und Methoden zum Löten.....	17
1.6 Fehler, die beim Löten leicht auftreten.....	19
2 Technische Eigenschaften im Lötprozess	20
2.1 Der Prozess des Lötens.....	20
2.2 Filmentfernungsprozess während des Lötens.....	20
2.2.1 Verfahren zum Entfernen von Oxidfilmen.....	21
2.3 Benetzung und Ausbreitung von Grundmetallen durch Lot....	28
2.4 Kapillarer Füllprozess von flüssigem Lot in der Lücke der Teile.....	30
2.5 Heizen und Kühlen von Schweißteilen.....	31
2.6 Das Zusammenspiel von Lot und Grundmaterial.....	31
2.7 Ausführung von Lötverbindungen.....	32
3 Die Varianten des Lötverfahrens	35
3.1 Löten mit einem LötKolben.....	35
3.2 Flammlöten.....	36
3.3 Induktionslöten.....	37
3.4 Löten im Ofen.....	38
3.5 Laserlöten.....	40
3.6 Tauchlöten.....	41

Inhaltsverzeichnis

4	Einer möglichen Lösung	43
4.1	Die Auswahl eines geeignetes Beispielteils.....	43
4.2	Schweißigenschaften.....	44
4.3	Fett auf Stahloberfläche entfernen.....	47
4.4	Oxidfilm auf der Stahloberfläche entfernen.....	47
4.5	Lötmaterial beim Löten von Stahl.....	49
4.5.1	Lot.....	49
4.5.2	Fluss.....	50
4.6	Fugendesign.....	51
4.6.1	Steckerausführung.....	51
4.6.2	Fugenspaltgestaltung.....	52
4.7	Lötverfahren.....	54
4.8	Aufräumen nach dem Löten.....	56
	Literaturverzeichnis	57

Abstract

Creation of a concept for a production facility for the realization of part connections by soldering.

Soldering was one of the first methods of joining materials used by mankind. Before mankind began using hardware, brazing was invented to join metals. Although soldering technology appeared earlier, it has not been developed on a large scale for a long time. After entering the 20th century, its development lagged far behind fusion welding technology. It was not until the 1930s that soldering technology developed rapidly on the basis of the development of metallurgy and chemical technology and gradually became an independent industrial production technology. Especially after the Second World War, the development of new technologies such as aerospace, nuclear energy, electronics and the use of new materials and new structures placed higher demands on the connection technology. Attention, rapid development, there are many new soldering processes, the application of which is becoming more and more extensive . In the bachelor thesis I gave a detailed introduction to the concept and process of soldering. It also lists examples of the brazing of low-alloy steel parts and describes in detail the treatment before, during and after brazing.

Abstract

Erstellung eines Konzeptes für eine Fertigungseinrichtung zur Realisierung von Teileverbindungen durch Löten.

Löten stellt eine der ersten von der Menschheit verwendeten Materialverbindungsverfahren dar. Bevor die Menschheit begann, Eisenwaren zu verwenden, wurde das Hartlöten erfunden, um Metalle zu verbinden. Obwohl die Löttechnologie früher auftauchte, wurde sie lange Zeit nicht groß entwickelt. Nach dem Eintritt ins 20. Jahrhundert hinkt seine Entwicklung weit hinter der Schmelzschweißtechnik zurück. Erst in den 1930er Jahren entwickelte sich auf Basis der Entwicklung der Metallurgie und Chemietechnik die Löttechnik rasant und wurde nach und nach zu einer eigenständigen industriellen Produktionstechnologie. Insbesondere nach dem Zweiten Weltkrieg wurden durch die Entwicklung neuer Technologien wie Luft- und Raumfahrt, Nuklearenergie, Elektronik sowie der Einsatz neuer Werkstoffe und neuer Strukturen höhere Anforderungen an die Verbindungstechnik gestellt Aufmerksamkeit, schnelle Entwicklung, es gibt viele neue Lötverfahren, deren Anwendung immer umfangreicher wird. In der Bachelorarbeit habe ich eine ausführliche Einführung in das Konzept und den Prozess des Lötens gegeben. Es listet auch Beispiele für das Löten von niedriglegierten Stahlteilen auf und beschreibt detailliert die Behandlung vor, während und nach dem Löten.

1 Einleitung

1.1 Die Eigenschaften des Lötens

Löten bezieht sich auf ein Schweißverfahren, bei dem das Lot unterhalb des Schmelzpunkts des Lots und das Lot gleichzeitig auf die Schmelztemperatur des Lots erhitzt werden und dann der Spalt des festen Werkstücks mit dem flüssigen Lot gefüllt wird, um es zu verbinden das Metall.

Beim Löten wird ein Metallmaterial mit einem niedrigeren Schmelzpunkt als das Basismaterial als Lot verwendet, und das flüssige Lot wird verwendet, um das Basismaterial zu benetzen und den Spalt zwischen der Werkstückgrenzfläche zu füllen und es mit dem Basismaterial diffundieren zu lassen. Die Hartlotverformung ist gering und die Verbindungen sind glatt und schön. Sie eignet sich zum Schweißen präziser, komplexer Komponenten und Komponenten aus verschiedenen Materialien wie Wabenstrukturplatten, Turbinenschaufeln, Hartmetallwerkzeugen und Leiterplatten. Vor dem Löten muss das Werkstück sorgfältig bearbeitet und streng gereinigt werden, um Ölflecken und übermäßig dicke Oxidfilme zu entfernen und den Spalt zwischen den Schnittstellen zu gewährleisten.

Der Spalt muss im Allgemeinen zwischen 0,01 und 0,1 mm liegen.

Entsprechend dem Schmelzpunkt des Lots wird das Löten in Weichlöten und Hartlöten unterteilt.

(1) Weichlöten

Der Schmelzpunkt des Lötmittels zum Weichlöten liegt unter 450°C und die Verbindungsfestigkeit ist niedriger (weniger als 70 MPa).

Weichlöten wird hauptsächlich zum Schweißen von leitfähigen, luftdichten und wasserdichten Geräten in der Elektronik- und Lebensmittelindustrie verwendet. Am häufigsten wird eine Zinn-Blei-Legierung als Lot verwendet. Das Lot muss im Allgemeinen ein Lot verwenden, um den Oxidfilm zu entfernen und die Benetzbarkeit des Lots zu verbessern. Es gibt viele Arten von Flussmitteln, und Kolophoniumalkohollösung wird in der Elektronikindustrie zum Weichlöten verwendet. Der Rückstand nach dem Löten dieser Art von Flussmittel hat keine korrosive Wirkung auf das Werkstück und wird als nicht korrosives Flussmittel bezeichnet. Das beim Schweißen von Kupfer, Eisen und anderen Materialien verwendete Flussmittel besteht aus Zinkchlorid, Ammoniumchlorid und Vaseline. Beim Schweißen von Aluminium müssen Fluorid und Fluorborat als Flussmittel sowie Salzsäure und Zinkchlorid als Flussmittel verwendet werden. Der Rückstand nach dem Schweißen dieser Flussmittel hat eine korrosive Wirkung, die als korrosives Flussmittel bezeichnet wird und nach dem Schweißen gereinigt werden muss.

(2) Hartlöten

Der Schmelzpunkt von Hartlot ist höher als 450°C und die Verbindungsfestigkeit ist höher (mehr als 200 MPa).

Die Lötstellen haben eine hohe Festigkeit und einige können bei hohen Temperaturen arbeiten. Es gibt viele Arten von Hartlot-Füllmetallen, wobei Aluminium, Silber, Kupfer, Mangan und Nickel die am häufigsten verwendeten Füllstoffe sind. Hartlot-Füllmetall auf Aluminiumbasis wird häufig zum Hartlöten von Aluminiumprodukten verwendet. Lote auf Silber- und Kupferbasis werden häufig zum Hartlöten von Kupfer- und Eisenteilen verwendet. Lote auf Mangan- und Nickelbasis werden hauptsächlich zum Schweißen von Teilen wie Edelstahl, hitzebeständigem Stahl und Hochtemperaturlegierungen verwendet, die bei hohen Temperaturen arbeiten. Zum Schweißen von feuerfesten Metallen wie Beryllium, Titan und Zirkonium sowie von Materialien wie Graphit und Keramik werden üblicherweise Hartlote wie Palladium, Zirkonium und Titan verwendet. Die Eigenschaften des Grundmaterials und die Anforderungen an die Verbindungsleistung sollten bei der Auswahl des Hartlotzusatzes berücksichtigt werden. Das Hartlot besteht normalerweise aus Alkalimetall- und Schwermetallchloriden und -fluoriden oder Borax, Borsäure, Fluorborat usw. und kann zu Pulver, Paste und Flüssigkeit verarbeitet werden. In einigen Loten werden auch Lithium, Bor und Phosphor zugesetzt, um ihre Fähigkeit zu verbessern, Oxidfilme zu entfernen und zu benetzen. Nach dem Schweißen sollte der Flussmittelrückstand mit warmem Wasser, Zitronensäure oder Oxalsäure gereinigt werden.

Hinweis: Die Kontaktfläche des Grundmetalls sollte sehr sauber sein. Verwenden Sie daher Flussmittel. Die Rolle des Flussmittels besteht darin, Oxide und Ölverunreinigungen auf der Oberfläche des Basismaterials und des Lots zu entfernen, die Kontaktfläche des Lots und des Basismaterials vor Oxidation zu schützen und die Benetzbarkeit und Kapillarfluidität des Lots zu erhöhen. Der Schmelzpunkt des Flussmittels sollte niedriger sein als der des Flussmittels, und der Flussmittelrückstand sollte weniger korrosiv für das Grundmaterial und die Verbindungen sein. Das üblicherweise verwendete Flussmittel zum Weichlöten ist Kolophonium- oder Zinkchloridlösung, und das üblicherweise verwendete Flussmittel zum Hartlöten ist eine Mischung aus Borax, Borsäure und alkalischem Fluorid.

Im Vergleich zu anderen Schweißmethoden hat das Löten seine eigenen Eigenschaften.

(1) Die Löttemperatur ist niedrig, die Verbindung ist glatt und flach, die Struktur und die mechanischen Eigenschaften sind gering, die Verformung ist gering und die Werkstückgröße ist genau.

(2) Es kann die gleiche Art von Metall oder ungleichen Materialien schweißen, und der Dickenunterschied des Werkstücks unterliegt keiner strengen Beschränkung.

(3) Einige Lötmethoden können mehrere Schweißteile und mehrere Verbindungen gleichzeitig schweißen, und die Produktivität ist sehr hoch.

(4) Die Löttausrüstung ist einfach und die Produktionsinvestitionskosten sind niedrig.

(5) Die Verbindungsfestigkeit ist gering, die Wärmebeständigkeit ist schlecht, die Reinigungsanforderungen vor dem Schweißen sind streng und der Lötpreis ist teuer.

Wenn zum Schweißen das Lötverfahren verwendet wird, ist die Oberfläche der geschweißten Teile glatt, die Luftdichtheit ist gut, die Form und Größe sind stabil, die Struktur und Leistung der Schweißung werden nicht wesentlich verändert und dieselben oder verschiedene Metalle und einige nicht-Metalle können angeschlossen werden. Beim Lötverfahren ist es auch möglich, das Werkstück als Ganzes zu erwärmen, so dass viele Schweißnähte gleichzeitig geschweißt werden können, was die Produktivität verbessert. Die Festigkeit von Lötverbindungen ist jedoch gering, und Überlappungsverbindungen werden häufig verwendet, um die Festigkeit der Verbindung durch Erhöhen der Überlappungslänge zu erhöhen. Außerdem erfordern die Vorbereitungsarbeiten vor dem Lötverfahren höhere Anforderungen.

Während des Lötens schmilzt das Lot, aber die Schweißnaht schmilzt nicht. Um das Lötteil fest miteinander zu verbinden und die Haftung des Lötmaterials zu verbessern, sollte beim Lötverfahren ein Lötflussmittel verwendet werden, um die Oxide auf der Oberfläche des Lötmaterials und der Schweißnaht zu entfernen. Hartlote (wie Kupfer, Silber, Aluminium, Nickel usw.) weisen eine hohe Festigkeit auf und können mit tragenden Teilen verbunden werden. Sie sind weit verbreitet, wie z. B. Hartmetallwerkzeuge und Fahrradrahmen. Weichlot (wie Zinn, Blei, Wismut usw.) hat eine geringe Lötfestigkeit und wird hauptsächlich zum Lötverfahren von Schweißteilen verwendet, die keine Last tragen, aber eine gute Abdichtung erfordern, wie Behälter, Instrumentenkomponenten usw.

Beim Lötverfahren wird eine Legierung mit einem niedrigeren Schmelzpunkt als das Grundmaterial als Hartlot verwendet. Das Hartlot schmilzt beim Erhitzen und füllt sich und bleibt durch Benetzung und Kapillarkwirkung im Verbindungsspalt. Die Interdiffusion zwischen den Materialien bildet eine Hartlotverbindung. Das Lötverfahren hat wenig Einfluss auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Grundmetalls, die Schweißspannung und die Verformung sind gering und es können unterschiedliche Metalle mit großen Leistungsunterschieden geschweißt werden. Es können mehrere Schweißnähte gleichzeitig ausgeführt werden. Das Erscheinungsbild der Verbindungen ist schön und ordentlich, die Ausrüstung ist einfach und die Produktionsinvestition ist gering. Die Festigkeit der Lötverbindung ist jedoch gering und die Wärmebeständigkeit ist schlecht.

1.2 Die Anwendung des Lötens

Aufgrund der Entwicklung neuer Technologien wie Luftfahrt, Luft- und Raumfahrt, Kernenergie und Elektronik sowie der Einführung neuer Materialien und neuer Strukturformen wurden höhere Anforderungen an die Verbindungstechnologie gestellt, die sich schnell entwickelt hat. Viele neue Lötmethoden wurden eingeführt und ihre Anwendungen wurden immer

umfangreicher. Beispielsweise wird bei der Herstellung verschiedener Werkzeuge für die Bearbeitung, insbesondere von Hartmetallwerkzeugen, Bohrwerkzeugen zum Bohren und Bergbau, verschiedenen Rohren und Behältern, Wassertanks für Kraftfahrzeuge und Traktoren, Wärmetauschern aus verschiedenen Materialien und verschiedenen Strukturen für verschiedene Zwecke, die Löttechnologie weit verbreitet eingesetzt bei der Herstellung von Motorteilen und -komponenten wie Schaufeln und Kabelbindern von Dampfturbinen. In der Produktion der Leichtindustrie wird die Löttechnologie häufig in medizinischen Geräten, Metallimplantaten, Musikinstrumenten, Haushaltsgeräten, Kochutensilien und Fahrrädern eingesetzt. Für die Elektronikindustrie und den Instrumentenbau ist das Löten die einzig mögliche Verbindungsmethode in einem weiten Bereich. Beispielsweise sind bei der Herstellung von Bauteilen eine große Anzahl von Metall- und Keramik-, Glas- und anderen Nichtmetallverbindungen sowie das Erhitzen beteiligt muss in der Verkabelung verhindert werden. Die Beschädigung der Komponenten hängt von der Löttechnik ab. In Kernkraftwerken und marinen Kernkraftwerken werden wichtige Komponenten wie Positionierungsrahmen für Brennelemente, Wärmetauscher und Neutronendetektoren häufig hartgelötet.

Das Löten ist die am besten geeignete Methode zum Verbinden unterschiedlicher Materialien. Es kann nahezu alle Kombinationen unterschiedlicher Materialien verbinden, einschließlich unterschiedlicher Metalle, unterschiedlicher Nichtmetalle, Metalle und Keramiken, Metalle und Verbindungen sowie Metalle und Verbundwerkstoffe. Da das Grundmaterial während des Lötprozesses nicht schmilzt, wird die Möglichkeit der Bildung intermetallischer Verbindungen zwischen unterschiedlichen Metallen stark verringert und die Gesamtleistung der unterschiedlichen Metallverbindung wird effektiv verbessert. Da die Anwendungsaussichten für unterschiedliche Materialverbindungsstrukturen weiter zunehmen, wird auch ihre Verbindungstechnologie immer mehr Beachtung finden. Die Löttechnologie ist derzeit eine der wichtigsten Methoden zum Verbinden unterschiedlicher Materialien. Schmelzlöten, Elektronenstrahllöten, Laserlöten und Aktivlöten sind alles neue Verfahren, die in den letzten Jahren entwickelt wurden, und die Verbindung unterschiedlicher Materialien befindet sich noch im Forschungsstadium. Mit der kontinuierlichen Entwicklung neuer Technologien gibt es heute immer mehr Verbindungstechnologien, die für die Kombination unterschiedlicher Materialien geeignet sind. Die kontinuierliche Entwicklung neuer Technologien bietet neue technische Garantien für die Verbindung unterschiedlicher Materialien.

1.3 Der Prozessablauf des Lötens

(1) Reinigung vor dem Schweißen:

Entfernen Sie vor dem Schweißen Öl, Oxid, Grat und andere Ablagerungen von der Oberfläche der Schweißstelle und der Verbindung, um sicherzustellen, dass das Ende des Kupferrohrs und die Oberfläche der Verbindung sauber und trocken sind sauber und trocken. Die Ölflecken auf der Schweißteiloberfläche können mit Aceton, Alkohol, Benzin oder Trichlorhexen und anderen organischen Lösungen gereinigt werden. Außerdem kann heiße alkalische Schmelze auch gute Ergebnisse bei der Entfernung von Ölflecken erzielen. Die

Ultraschallreinigung kann für kleine, komplexe oder große Stückzahlen. Oberflächenoxide und Grate können chemisch benetzt, dann in Wasser gespült und getrocknet werden. Bei Kupferrohren müssen Sie eine Entgratmaschine verwenden, um Grate an beiden Enden zu entfernen, und dann Druckluft (Druck $P = 0,6 \text{ MPa}$) verwenden, um das Kupferrohr zu blasen, um die Kupferspäne zu reinigen.

(2) Sauberkeitsprüfung:

Die allgemeine Schweißkonstruktion hat vor dem Schweißen einen speziellen Reinigungsprozess (z. B. Beizen), jedoch kann es aufgrund von unsachgemäßer Handhabung oder falscher Lagerung dennoch vorkommen, dass Öl oder Wasser auf der Oberfläche der Schweißkonstruktion zurückbleiben. Die Sauberkeit und Trockenheit der Schweißteilerfläche ist visuell und durch Berühren zu prüfen. Wenn die Schweißkonstruktion verschmutzt, feucht oder oxidiert ist, sollte sie vor dem Schweißen entnommen und aufbereitet werden. Wenn das Lot verunreinigt ist, sollte es außerdem vor der Verwendung entsorgt oder gereinigt werden.

(3) Fugeninstallation:

Die gelöteten Verbindungsformen umfassen Stumpfverbindung, Überlappungsverbindung, T-Verbindung, Crimp- und Muffenverbindung usw. Das Kühlsystem verwendet die Muffenverbindungsmethode und andere Verbindungsmethoden sind nicht zulässig.

1) Lötspalt

Die Installation von Lötstellen muss einen geeigneten und gleichmäßigen Lötspalt gewährleisten. Für das verwendete Kupfer-Phosphor-Lot muss der Lötspalt (einseitig) zwischen 0,05 mm und 0,10 mm liegen.

Zu großer Spalt: Er zerstört die Kapillarwirkung und beeinträchtigt die gleichmäßige Verteilung des Lotes in der Lötnaht. Darüber hinaus führt ein zu großer Spalt dazu, dass die Schweißnaht reißt und unter Druck oder Vibration halb oder blockiert erscheint.

Der Spalt ist zu klein: Er behindert das Einströmen des flüssigen Lotes, so dass das Lot nicht die gesamte Lötstelle füllen kann und die Verbindungsfestigkeit verringert wird.

Ungleichmäßiger Spalt zwischen den Löt Nähten: Dies behindert die gleichmäßige Verteilung des flüssigen Lotes in den Löt Nähten und beeinträchtigt dadurch die Qualität der Löt Nähte.

2) Steckdosenlänge

Bei Lötverbindungen in Form von Muffen ist es sehr wichtig, eine geeignete Muffenlänge zu wählen. Im Allgemeinen beträgt die Muffenlänge des Kupferrohrs 5 mm bis 15 mm. (Hinweis: Bei Rohren mit einer Wandstärke von mehr als 0,6 mm und einem Durchmesser von mehr als 8 mm sollte die Muffenlänge nicht weniger als 8 mm betragen. Die Muffenlänge des Kapillarrohrchens beträgt 10 mm bis 15 mm. Wenn die Länge der Muffe zu kurz ist, ist die

Festigkeit der Verbindung (hauptsächlich in Bezug auf die Ermüdungseigenschaften und die Leistung bei niedrigen Temperaturen) unzureichend, und vor allem tritt das Phänomen der Schweißblockierung auf.

(4) Installationsinspektion:

Überprüfen Sie nach der Installation der Verbindung, ob die Lötverbindung verformt und beschädigt ist und ob die Hülsenlänge angemessen ist. Wie in der Abbildung gezeigt, sollte die fehlerhafte Verbindung vermieden werden. Wenn eine fehlerhafte Verbindung vorliegt, sollte dies der Fall sein vor dem Schweißen aus- und wieder einbauen. Hier wird die Muffenverbindung des Kupferrohrs als Beispiel genommen, um die Inspektion der Verbindungsinstallation zu veranschaulichen, und die Muffenverbindung des Kupferrohrs und des Flansches ist dieselbe.

(5) Stickstofffüllschutz:

Nachdem die gemeinsame Installation normal ist, öffnen Sie das Stickstofffüllventil für den Stickstofffüllschutz, um zu verhindern, dass die Innenwand des Kupferrohrs durch die Luft erhitzt und oxidiert wird. Die Stickstofffüllzeit vor dem Schweißen sollte sich nach den Anforderungen richten der spezifischen Verfahrensanweisung zur Sicherstellung des Schweißens Ausreichender Stickstoffschutz vor und nach dem Schweißen. Allgemein gesagt, der vorgefüllte Typ (Kurzzeitaustausch) bleibt 3-5 Sekunden und erfordert schnelles Schweißen.

(6) Kühlbetrieb:

1) Klassifizierung der Kühlverfahren

- a) Tauchkühlung ist ein Betriebsverfahren, bei dem die zu kühlenden Teile zum Lötten vollständig in Wasser eingetaucht werden.
- b) Sprühkühlung: ein Verfahren zum Hartlöten durch kontinuierliches Sprühen von Wasser auf die zu kühlenden Teile.
- c) Kühlen mit nassem Tuch: eine Methode zum Hartlöten der Teile, die gekühlt werden müssen, mit einem nassen Tuch, das Wasser enthält.
- d) Berührungsloses Kühlen: Ein Verfahren zum Durchführen von Hartlöten an Kühlteilen durch Kühlen der Außenwand des Werkzeugs durch einen kontinuierlichen Wasserfluss.

2) Das Auswahlprinzip des Kühlverfahrens:

um sicherzustellen, dass die Kühlteile vollständig abgekühlt sind Während des Lötprozesses darf die maximale Temperatur der nicht hitzebeständigen Teile der Teile 120°C nicht überschreiten, es ist leicht zu funktionieren und beeinträchtigt nicht die Qualität des Lötens und die Arbeitseffizienz.

3) Rückkühlung:

Um zu verhindern, dass die Temperatur der nicht hitzebeständigen Teile durch die Restwärme des Lötens ansteigt, müssen die Lötteile nach dem Löten in Wasser getaucht oder zum Abkühlen mit Wasser besprüht werden, dass die Temperatur auf Raumtemperatur sinkt.

(7) Einstellen der Flamme:

1) Die Zusammensetzung des Schweißgases:

Das Schweißgas besteht aus zwei Teilen: Verbrennungsunterstützendes Gas (Sauerstoff) und brennbares Gas (Flüssiggas-LPG). Die Hauptbestandteile von LPG sind Propan (C_3H_8), Butan (C_4H_{10}) und eine bestimmte Menge an Kohlenwasserstoffen wie Propylen (C_3H_6) und Butan (C_4H_8). Um die Benetzbarkeit des flüssigen Lots zu erhöhen und eine Oxidation der Oberfläche des Kupferrohres zu verhindern, wird dem O₂-LPG-Mischgas zusätzlich ein Gasflussmittel zugesetzt (Hauptbestandteil ist Trimethylborat, der erforderliche Gehalt ist 55-65%). Die Verbrennungstemperatur des Gasgemisches kann 2400 Grad Celsius erreichen.

2) Flammenklassifizierung:

O₂-LPG-Gasflamme kann auf dem unterschiedlichen Mischungsverhältnis von Sauerstoff und LPG basieren. Es gibt drei Flammen mit unterschiedlichen Eigenschaften: oxidierende Flamme, neutrale Flamme und reduzierende Flamme (auch karbonisierte Flamme genannt).

3) Flammeneinstellungsmethode:

Öffnen Sie zuerst das LPG-Ventil, stellen Sie das Sauerstoffventil nach der Zündung ein, um die offensichtliche verkohlte Flamme einzustellen, und erhöhen Sie dann langsam das Sauerstoffventil, bis die weiße äußere Flamme 2 bis 4 mm vom Blau entfernt ist. Der Umriss der äußeren Flamme ist verschwommen, dh die innere Flamme und der Flammenkern fallen zusammen. Zu diesem Zeitpunkt ist die Flamme eine neutrale Flamme. Wenn der Sauerstoff erhöht wird, wird sie zu einer oxidierten Flamme. Der Flammenkern der oxidierten Flamme ist weiß und wird mit zunehmender Sauerstoffmenge kürzer.

(8) Auswahl der Schweißdüse:

Beim Löten mit einem normalen Brenner ist es am besten, eine poröse Düse (normalerweise Pflaumenblütendüse genannt) zu verwenden. Zu diesem Zeitpunkt ist die erhaltene Flamme besser verteilt und die Temperatur ist besser geeignet, was zur Gewährleistung beiträgt gleichmäßige Erwärmung.

(9) Heizung:

Entsprechend der aktuellen Situation gibt es drei Schweißpositionen: vertikales Schweißen,

horizontales Schweißen und umgekehrtes Schweißen. Es gibt drei Schweißmethoden. Die Heizmethode ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Wenn der Rohrdurchmesser groß und die Rohrwand dick ist, sollte die Erwärmung näher erfolgen. Um eine gleichmäßige Erwärmung der Verbindungen zu gewährleisten, wird die Flamme während des Schweißens entlang der Länge des Kupferrohrs bewegt, um eine gleichmäßige Erwärmung innerhalb der becherförmigen Mündung und im Bereich von 10 mm zu gewährleisten zu stark erwärmt werden. Wenn die Temperatur des unteren Kupferrohrs zu hoch ist, geht aufgrund der Schwerkraft und der Ausbreitung das flüssige Lot nach unten verloren.

Hinweis:

- a) Wenn der Rohrdurchmesser groß ist, verwenden Sie eine große Schweißspitze, andernfalls eine kleine Schweißspitze.
- b) Vermeiden Sie beim Schweißen des Kapillarrohrs das Erhitzen der Kapillare so weit wie möglich.
- c) Konzentrieren Sie sich auf die unterschiedliche Rohrwandstärke Erhitzen der dicken Wand;
- d) Wenn das Gewinderohr gelötet wird, ist die Aufheiz- und Haltezeit kürzer als die des blanken Kupferrohrs, um den Verlust von Lot zu verhindern.
- d) Erhitzen Sie zuerst das in die Muffe eingeführte Kupferrohr, um die Wärme ins Innere der Muffe zu leiten.

(10) Fügen Sie Hartlot und Flussmittel hinzu:

Füllmethode des Lötmaterials: Wenn das Kupferrohr und die becherförmige Mündung auf Schweißtemperatur erhitzt werden, wird es dunkelrot, und das Lötmaterial muss von der anderen Seite der Flamme hinzugefügt werden, muss das Lot zuerst erwärmt werden, bevor geschweißt werden kann. Nach dem Beschichten mit Flussmittel kann geschweißt werden.

Wenn das Lot von der anderen Seite der Flamme hinzugefügt wird, gibt es drei Überlegungen: Zum einen soll verhindert werden, dass das Lot direkt durch die Flamme erhitzt wird und der Phosphor im Lot aufgrund der hohen Temperatur verdampft, was die Schweißqualität beeinträchtigt. Zweitens: Die Verbindung kann erkannt werden Ob das Teil die Schweißtemperatur gleichmäßig erreicht. Drittens: Das Lot wird von der Niedertemperaturseite zur Hochtemperatur verteilt und die Füllgeschwindigkeit des Lots ist bei der niedrigen Temperatur langsam, also lassen Sie das Lot zuerst die Fuge bei niedriger Temperatur schmelzen und füllen, während die Hochtemperaturseite die Fugenzeit füllt Sie sollte kürzer sein, damit das Füllmaterial bei der niedrigen Temperatur nicht unzureichend gefüllt wird und die Hochtemperaturseite überfüllt wird und verloren geht, Das heißt, das Füllmaterial kann gleichmäßig gefüllt werden.

Beim Löten kann das Lot zu einer Kugel rollen und auf die Fugestelle fallen, ohne an der Oberfläche des Werkstücks zu haften, möglicherweise hat das Lötmetall die Löttemperatur nicht erreicht und das Lot ist geschmolzen oder das Lötmetall ist nicht sauber .

(11) Wartung der Heizung:

Wenn beobachtet wird, dass das Lot schmilzt, sollte die Flamme leicht vom Werkstück entfernt sein und die Schweißspitze ist 40-60 mm vom Schweißstück entfernt. Nachdem das Lot den Spalt gefüllt hat, bewegt sich der Brenner langsam von der Verbindung weg und fügt weiterhin eine kleine Menge Lot hinzu. Dann den Schweißbrenner entfernen und löten.

(12) Behandlung nach dem Schweißen:

Nach dem Schweißen sollten die Ablagerungen auf der Oberfläche der Schweißkonstruktion entfernt werden, insbesondere nach dem Schweißen von Messing und Kupfer sollte die Oberfläche der Schweißkonstruktion mit Wasser oder Sandpapier gereinigt werden, um zu verhindern, dass die Oberfläche korrodiert und produziert Patina. Die letzte Pistolenreihe sollte während des automatischen Schweißens besprüht werden. Sie wird in der Atmosphäre gekühlt, in der der Gasfluss abgeführt wird, um zu verhindern, dass das Hochtemperatur-Kupferrohr während des Abkühlvorgangs oxidiert.

Vorsichtsmaßnahmen:

- a) Sichtprüfung des Lötteils, es dürfen keine Poren, Schlackeneinschlüsse, unvollständige Schweißnähte, Überlappungsverbindungen usw. vorhanden sein.
- b) Oberflächenflussmittel und Oxidfilm entfernen.
- c) wassergekühlte Teile müssen verwendet werden. Wasser trocknen mit einer Luftpistole.
- d) Bringen Sie alle Teile gemäß den Vorschriften in eine feste Position, um Stöße und Beschädigungen zu vermeiden.

(13) Inspektion nach dem Schweißen:

Die Qualitätsanforderungen für das Löten lauten wie folgt:

- a) Die Oberfläche der Schweißverbindung ist hell, die Verrundung ist gleichmäßig und der glatte Lichtbogen ist zu groß.
- b) Die Verbindung weist keine Mängel wie Überbrennen, starke Oberflächenoxidation, raue Schweißnaht und Schweißkorrosion auf.
- c) Die Schweißnaht weist keine Porosität, Schlackeneinschlüsse, Risse, Schweißraupen oder Rohrmündungsverstopfungen auf.
- d) Nachdem die Teile in die gesamte Maschine eingeschweißt wurden, ist während des luftdichten Tests kein Kältemittelleck an der Schweißnaht zulässig.

Es gibt im Allgemeinen drei Methoden für die Dichtheitsprüfung nach dem Schweißen:

1) Drucklecksuche

Füllen Sie den geschweißten Wärmetauscher mit N₂ oder trockener Luft über 0,5 MPa und sprühen Sie dann ein neutrales Reinigungsmittel auf die Lötstelle und beobachten Sie innerhalb von 10 Sekunden, ob Luftblasen, wenn Luftblasen vorhanden sind, wird dies als

Leck gewertet und eine Reparatur oder ein erneutes Schweißen ist erforderlich. Dieses Verfahren hat eine geringe Inspektionsgenauigkeit.

2) Halogen-Lecksuche

Diese Methode wird zur Lecksuche im Wärmetauscher nach der Befüllung mit Kältemittel verwendet. Wählen Sie die Genauigkeit des Halogen-Lecksuchers als 2 g/Jahr und verwenden Sie die Sonde, um sich an jedem Schweißkopf entlang zu bewegen (die Sonde sollte innerhalb von 1 bis 2 mm vom Werkstück entfernt sein und die Bewegungsgeschwindigkeit sollte 20 bis 50 mm / s betragen). Wenn die Kältemittel-Leckrate mehr als 2 g/Jahr beträgt, gibt der Leckdetektor automatisch einen Alarm aus. Diese Methode ist genauer als die Drucklecksuche, wird jedoch stärker von menschlichen Faktoren beeinflusst.

3) Lecksuche mit Helium-Massenspektrometer in Vakuumbox

Füllen Sie den Wärmetauscher mit Helium unter einem bestimmten Druck, legen Sie ihn in die Vakuumbox und evakuieren Sie die Vakuumbox auf 20 Pa. Überprüfen Sie zu diesem Zeitpunkt mit einem Detektor, ob Helium aus dem Wärmetauscher in der Vakuumbox austritt. Diese Methode ist höher als die Halogeninspektion, kann jedoch nur den Wärmetauscher auf Lecks untersuchen, nicht die spezifischen Leckstellen.

Unmittelbar nach dem Löten prüfen, ob die Schweißnaht voll, glatt, vollgefüllt ist, ob Oxidation, Schweißkorrosion, Poren, Schlackeneinschlüsse, Luftleckagen und Schweißblockaden vorhanden sind. Fehler und Gegenmaßnahmen" zur Ausnahmebehandlung.

1.4 Werkstoffe beim Löten

1) Löten von Kohlenstoffstahl und niedriglegiertem Stahl

Das Löten von Kohlenstoffstahl und niedriglegiertem Stahl umfasst Weichlöten und Hartlöten. Das beim Weichlöten weit verbreitete Lot ist Zinn-Blei-Werkstoff, dessen Benetzbarkeit gegenüber Stahl mit steigendem Zinngehalt zunimmt, daher empfiehlt es sich, für abgedichtete Verbindungen Lote mit hohem Zinngehalt zu verwenden. Das Zinn und der Stahl im Zinn-Blei-Lot können an der Grenzfläche eine intermetallische FeSn₂-Verbindungsschicht bilden. Um die Bildung dieser Schicht zu vermeiden, sollten die Löttemperatur und die Haltezeit richtig kontrolliert werden. Beim Löten von Kohlenstoffstahl und niedriglegiertem Stahl werden hauptsächlich Reinkupfer, Kupfer-Zink- und Silber-Kupfer-Zink-Hartlote verwendet. Reines Kupfer hat einen hohen Schmelzpunkt und oxidiert beim Löten leicht das Grundmaterial und wird hauptsächlich zum Schutzgaslöten und Vakuumlöten verwendet. Im Vergleich zu reinem Kupfer senkt das Kupfer-Zink-Hartlot durch die Zugabe von Zn den Schmelzpunkt des Hartlots. Um das Verdampfen von Zn beim Löten zu verhindern, kann einerseits dem Kupfer-Zink-Lot eine geringe Menge Si zugesetzt werden, andererseits müssen Schnellerhitzungsmethoden wie Flammlöten, Induktionslöten und Tauchlöten verwendet werden. Sowohl Kohlenstoffstahl- als auch niedriglegierte Stahlverbindungen, die mit Kupfer-Zink-Hartlot gelötet sind, haben

eine gute Festigkeit und Plastizität.

Das Löten von Kohlenstoffstahl und niedriglegiertem Stahl erfordert die Verwendung von Flussmittel oder Schutzgas. Das Flussmittel wird oft durch das gewählte Löt- und Lötverfahren bestimmt.

Wenn Zinn-Blei-Lot verwendet wird, kann eine Mischung aus Zinkchlorid und Ammoniumchlorid als Lot oder ein anderes Speziallot verwendet werden. Die Rückstände dieses Flussmittels sind im Allgemeinen sehr korrosiv, und die Verbindungen sollten nach dem Löten unbedingt gereinigt werden.

Beim Löten von Kupfer-Zink-Lot sollte das Flussmittel FB301 oder FB302, also Borax oder eine Mischung aus Borax und Borsäure, verwendet werden, beim Flammlöten kann auch eine Mischung aus Methylborat und Ameisensäure verwendet werden als B_2O_3 -Dampf wird verwendet, um den Film zu entfernen.

Wenn Silber-Kupfer-Zink-Lot verwendet wird, können die Lote FB102, FB103 und FB104 gewählt werden, dh eine Mischung aus Borax, Borsäure und bestimmten Fluoriden. Die Rückstände dieses Flussmittels sind korrosiv und sollten nach dem Löten entfernt werden.

2) Löten von Werkzeugstahl und Hartmetall

Beim Löten von Werkzeugstahl und Hartmetall werden in der Regel reine Kupfer-, Kupfer-Zink- und Silber-Kupfer-Hartlote verwendet. Reines Kupfer hat eine gute Benetzbarkeit für verschiedene Hartmetalle, muss jedoch in einer reduzierenden Wasserstoffatmosphäre gelötet werden, um die besten Ergebnisse zu erzielen. Die Scherfestigkeit der mit reinem Kupfer gelöteten Verbindung beträgt etwa 150 MPa, und die Plastizität der Verbindung ist ebenfalls hoch, aber sie ist nicht für Hochtemperaturarbeiten geeignet. Kupfer-Zink-Lot ist das am häufigsten verwendete Lot zum Löten von Werkzeugstahl und Hartmetall. Um die Benetzbarkeit des Lots und die Festigkeit der Verbindung zu verbessern, werden dem Lot häufig Mn, Ni, Fe und andere Legierungselemente zugesetzt. Der Schmelzpunkt von Silber-Kupfer-Lot ist relativ niedrig und die durch die Lötverbindung erzeugte Wärmespannung ist gering, was zur Verringerung der Rissneigung beim Hartlöten von Legierungen günstig ist. Um die Benetzbarkeit des Lots zu verbessern und die Festigkeit und Arbeitstemperatur der Verbindung zu erhöhen, werden dem Lot häufig Legierungselemente wie Mn und Ni zugesetzt.

Um die Oxidation von Werkzeugstahl während des Löterwärmungsprozesses zu verhindern und eine Reinigung nach dem Löten zu vermeiden, kann Schutzgaslöten verwendet werden. Das Schutzgas kann ein Inertgas oder ein reduzierendes Gas sein.

3) Löten von Edelstahl

Das Hauptproblem beim Hartlöten von rostfreiem Stahl besteht darin, dass der Oxidfilm auf der Oberfläche die Benetzung und Ausbreitung des Lots stark beeinträchtigt. Verschiedene

Edelstähle enthalten eine beträchtliche Menge an Cr, einige enthalten auch Ni, Ti, Mn, Mo, Nb und andere Elemente, die eine Vielzahl von Oxiden und sogar komplexe Oxide auf der Oberfläche bilden können. Darunter sind die Oxide von Cr und Ti, Cr₂O₃ und TiO₂ ziemlich stabil und schwer zu entfernen. Beim Löten an der Luft muss ein starkes aktives Flussmittel verwendet werden, um sie zu entfernen. Beim Löten unter Schutzatmosphäre kann die Oxidschicht nur in einer hochreinen Atmosphäre mit niedrigem Taupunkt und ausreichend hoher Temperatur reduziert werden. Vakuumlöten Gleichzeitig muss ein ausreichend hoher Vakuumgrad und eine ausreichend hohe Temperatur vorhanden sein, um eine gute Lötwirkung zu erzielen.

Entsprechend den Anforderungen bei der Verwendung von Edelstahlschweißteilen sind die am häufigsten verwendeten Lote für Edelstahlschweißteile Zinn-Blei-Lot, Silber-Basis-Lot, Kupfer-Basis-Lot, Mangan-Basis-Lot, Nickel-Basis-Lot und Edelmetall löten usw. Beim Weichlöten von Edelstahl wird hauptsächlich Zinn-Blei-Lot verwendet, und es ist besser, einen hohen Zinngehalt zu haben. Denn je höher der Zinngehalt des Lotes ist, desto besser ist seine Benetzbarkeit auf Edelstahl. Lote auf Silberbasis stellen das am häufigsten verwendete Lot zum Löten von Edelstahl dar. Unter ihnen haben Silber-Kupfer-Zink- und Silber-Kupfer-Zink-Cadmium-Lote aufgrund der Löttemperatur wenig Einfluss auf die Eigenschaften des Grundmaterials und sind die am weitesten verbreitet. Hartlote auf Manganbasis werden hauptsächlich zum Hartlöten mit Schutzgas verwendet und erfordern eine hohe Gasreinheit.

Beim Löten von rostfreiem Stahl wird häufig eine Vakuumatmosphäre oder eine Schutzatmosphäre wie Wasserstoff-, Argon- und Ammoniakzersetzung verwendet. Beim Vakuumlöten muss der Vakuumdruck niedriger als 10⁻² Pa sein. Beim Löten unter Schutzatmosphäre darf der Taupunkt des Gases nicht höher als -40 ° C sein. Wenn die Gasreinheit nicht hoch oder die Löttemperatur nicht hoch ist, kann eine geringe Menge Gasflussmittel, wie Bor Trifluorid, der Atmosphäre zugesetzt werden.

1.5 Häufig verwendete Verfahren und Methoden zum Löten

Die wichtigsten technologischen Parameter des Lötprozesses sind Löttemperatur und Haltezeit. Die Löttemperatur wird normalerweise 25-60 °C höher als die Liquidustemperatur des Lotes gewählt, um sicherzustellen, dass das Lot die Lücke füllen kann. Die Löthaltezeit hängt von der Größe des Werkstücks und der Intensität der Wechselwirkung zwischen Lot und Grundwerkstoff ab. Bei großen Teilen sollte die Warmhaltezeit länger sein, um eine gleichmäßige Erwärmung zu gewährleisten, bei starkem Einfluss des Hartlotes auf den Grundwerkstoff sollte die Warmhaltezeit kurz sein. Generell ist eine gewisse Haltezeit notwendig, um die gegenseitige Diffusion des Lotes und des Grundmaterials zu einem festen Verbund zu fördern, aber eine zu lange Haltezeit führt zu Defekten wie z. B. Schmelzen. Aus dem Obigen ist ersichtlich, dass auch eine geeignete Haltezeit erforderlich ist.

Es gibt viele gängige Prozessverfahren zum Löten, die sich hauptsächlich durch die

verwendeten Geräte und das Arbeitsprinzip unterscheiden. Je nach Wärmequelle gibt es Infrarot-, Elektronenstrahl-, Laser-, Plasma-, Glimmentladungslöten usw., je nach Arbeitsprozess gibt es Kontaktreaktionslöten und Diffusionslöten. Beim Kontaktreaktionslöten wird die Reaktion des Lötzusatzmetalls und des Grundmetalls verwendet, um eine flüssige Phase zum Füllen des Verbindungsspalts zu erzeugen. Diffusionslöten soll die Dauer der Wärmeerhaltung und Diffusion verlängern, so dass die Schweißnaht und das Grundmetall vollständig homogenisiert werden, um eine Verbindung mit der gleichen Leistung wie das Grundmetall zu erhalten.

Als Lötwärmequellen können fast alle Wärmequellen verwendet werden, und das Löten wird entsprechend klassifiziert:

LötKolbenlöten: wird zum Weichlöten von kleinen, einfachen oder dünnen Teilen verwendet.

Wellenlöten: zum Bestücken und Löten großer Stückzahlen von Leiterplatten und elektronischen Bauteilen. Beim Schweißen wird das geschmolzene Lot bei ca. 250° C durch die schmale Naht unter dem Druck der Pumpe zu einem Wellenberg hindurchtreten und das Werkstück kann durch den Wellenberg geschweißt werden. Dieses Verfahren weist eine hohe Produktivität auf und kann eine automatisierte Produktion am Fließband realisieren.

Flammlöten: Verwenden Sie die Flamme aus brennbarem Gas gemischt mit Sauerstoff oder Druckluft als Wärmequelle zum Schweißen. Die Flammlötanlage ist einfach und leicht zu bedienen, je nach Werkstückform können mehrere Flammen gleichzeitig erhitzt und geschweißt werden. Dieses Verfahren eignet sich zum Schweißen kleiner und mittlerer Teile wie Fahrradträger und Aluminium-Kesselausläufe.

Tauchlöten: Ein Teil oder das ganze Werkstück wird nur zum Erwärmen und Schweißen in ein mit Flussmittel bedecktes Lötbad oder ein Salzbad mit geschmolzenem Salz eingetaucht. Dieses Verfahren erwärmt sich gleichmäßig, schnell und verfügt über eine relativ genaue Temperaturregelung, die für die Massenproduktion und das Schweißen großer Bauteile geeignet ist. Das Salz im Salzbad besteht hauptsächlich aus Flussmittel. Nach dem Schweißen verbleibt oft eine große Menge Flussmittel auf dem Werkstück und der Reinigungsaufwand ist groß.

Induktionslöten: Ein Schweißverfahren, das als Wärmequelle Hochfrequenz-, Zwischenfrequenz- oder Netzfrequenz-Induktionsstrom verwendet. Die Hochfrequenzheizung eignet sich zum Schweißen von dünnwandigen Rohrfittings. Die Verwendung von Koaxialkabeln und geteilten Induktionsspulen kann zum Löten an Orten weit entfernt von der Stromquelle verwendet werden und eignet sich besonders zum Schweißen einiger großer Komponenten, wie z. B. Rohrverbindungen, die an Raketen demontiert werden müssen.

Ofenlöten: Das Werkstück mit dem Hartlot wird zum Erhitzen und Schweißen in einen Ofen gelegt. Oft ist es erforderlich, Lötflussmittel hinzuzufügen, und es kann auch durch Reduktionsgas oder Inertgas geschützt werden. Das Merkmal ist, dass die Gesamterwärmung

relativ gleichmäßig, die Verformung ist gering und die Wirtschaftlichkeit ist gut. Durchlauföfen können für die Massenproduktion verwendet werden.

Vakuumlöten: Das Werkstück wird in einer Vakuumkammer erhitzt, wodurch die schädlichen Auswirkungen von Luft auf die Schweißkonstruktion effektiv beseitigt werden können. Es wird hauptsächlich zum Schweißen von Produkten verwendet, die hochwertige und leicht oxidierbare Materialien erfordern.

1.6 Fehler, die beim Löten leicht auftreten

1) Die Undichtigkeit der Schweißnaht:

Da die Metalloberfläche im Spalt nicht absolut eben sein kann, ist auch die Sauberkeit unterschiedlich und die physikalische und chemische Wirkung des flüssigen Lotes und des Lotes mit der Metalloberfläche werden beeinflusst, so dass das Lot und Lot sind in der Beim Verstemmen von Fugen kommt es oft mit einer unebenen Vorderkante vor, was zu einer kleinen Hüllkurve führt.

Zweitens unterscheidet sich die Fließgeschwindigkeit des geschmolzenen Flussmittels oder Lots entlang des Umfangs der Lötverbindung von seiner Füllgeschwindigkeit innerhalb des Spalts, was zu einem starken Einhüllen des Gases oder Lots innerhalb des Spalts durch das Lot führen kann.

Zweitens unterscheidet sich die Fließgeschwindigkeit des geschmolzenen Flussmittels oder Lots entlang des Umfangs der Lötverbindung von seiner Füllgeschwindigkeit innerhalb des Spalts, was zu einem starken Einhüllen des Gases oder Lots innerhalb des Spalts durch das Lot führen kann.

2) Selbsttrissigkeit von unedlen Metallen:

Adsorptionshypothese. Wenn das belastete Metall mit dem oberflächenaktiven Flüssigmetall in Kontakt kommt, das die Oberflächenenergie des Vollmetalls reduzieren kann, kann das Flüssigmetall in die Mikrorisse an der Oberfläche des Vollmetalls eindringen, diese ausdehnen und die Festigkeit des Metalls verringern massives Metall, wodurch sprödes Versagen entsteht.

3) Auflösung:

Sie wird durch die übermäßige Auflösung des Grundmaterials im Lot verursacht.

2 Technische Eigenschaften im Lötprozess

2.1 Der Prozess des Lötens

Beim Löten hat das Flussmittel (Flussmittel: das beim Löten verwendete Lösungsmittel) die Aufgabe, den Oxidfilm auf der Oberfläche des Lötzusatzes und des Grundmaterials zu entfernen und die Lötteile während des Lötens vor erneuter Oxidation zu schützen (Benetzbarkeit und Verteilbarkeit des Grundmaterials) ist niedriger als der Schmelzpunkt des Lotes. Das Lot fließt nach dem Erhitzen und Aufschmelzen in den Spalt des Grundmaterials. Gleichzeitig wird das geschmolzene Lot mit dem Oberflächenoxid des Grundmaterials, um die Mutter zu reinigen. Die Oberfläche des Materials (der Vorgang des Entfernens des Oxidfilms) schafft Bedingungen für das Füllmaterial, um die Lücke zu füllen. Bei weiter steigender Heiztemperatur beginnt das Lot zu schmelzen, zu benetzen und sich auszubreiten. Das Lot entfernt die Flussmittelrückstände und füllt die Lücke zwischen dem Grundmaterial und gleichzeitig kommt es zu einer physikalischen und chemischen Wechselwirkung zwischen dem geschmolzenen Lot und dem soliden Grundmaterial. Wenn das Lötzusatzmetall den Spalt füllt, beginnt es nach einer bestimmten Zeit der Wärmeerhaltung abzukühlen und zu verfestigen, wodurch eine Lötverbindung gebildet wird, wodurch der gesamte Lötprozess abgeschlossen wird. Zusammenfassend sollte der gesamte Lötprozess in mehrere Prozesse zusammengefasst werden: Flussmittelentfernung, Lotschmelzen, Lotbenetzung und -verteilung, Lotfüllung und physikalische Reaktion zwischen Lot und Grundmaterial, um eine Lötverbindung zu bilden.

2.2 Filmentfernungsprozess während des Lötens

Beim Lötprozess ist das Entfernen des Oxidfilms auf der Oberfläche des Grundwerkstoffs die Grundvoraussetzung dafür, dass das flüssige Hartlot den Grundwerkstoff gut benetzt und die Lötverbindung erfolgreich schließt. Aufgrund der unterschiedlichen Materialeigenschaften und Zusammensetzung weist auch der Oberflächenoxidfilm unterschiedliche Eigenschaften auf. Um den Oxidfilm auf der Oberfläche des Materials zu entfernen, können physikalische und chemische Verfahren verwendet werden.

Unter normalen Umgebungsbedingungen sind die Oberflächen des Grundmaterials (festes Metall) und des Lots (fester oder geschmolzener Zustand) mit einer Schicht aus Metalloxiden wie sauerstofffreundlichem Aluminium, Titan, Chrom, Beryllium und anderen Metalloberflächen bedeckt. Ein dichter Oxidfilm, und Kupfer, Eisen und andere Metalle verbinden sich nicht nur mit Sauerstoff zu Oxiden, sondern haben auch eine starke Affinität zu Kohlendioxid, weshalb sich auf der Oberfläche solcher Metalle neben Oxiden häufig Alkalien befinden. Karbonat. Auf der Oberfläche von amphoteren Metallen wie Zinn und Zink können sich auch Hydroxide wie $\text{Sn}(\text{OH})_2$ oder $\text{Zn}(\text{OH})_2$ bilden.

Um eine gute Lötverbindung zwischen den Grundwerkstoffen zu erreichen, muss der Oxidfilm

auf der Oberfläche des Grundwerkstoffs entfernt werden, um eine gute Benetzung und Füllung des flüssigen Lötmaterials auf der Oberfläche des Grundwerkstoffs zu gewährleisten, und dann die Verbindung.

Das Entfernen des Oxidfilms auf der Metalloberfläche kann normalerweise in zwei Schritten erfolgen, der erste besteht darin, den Film vor dem Löten zu entfernen, und der zweite besteht darin, den Film während des Lötens zu entfernen.

Die sogenannte Vorlöttschichtentfernung bezieht sich auf das Entfernen von Oxidschichten und Ölflecken auf der Oberfläche des Grundmaterials vor dem Löten durch ein bestimmtes Verfahren. Die gebräuchlichste Methode ist die chemische Reinigung, beispielsweise mit verdünnter Säure oder wässriger alkalischer Lösung, um den Film zu entfernen. Nur die Reinigung vor dem Löten genügt jedoch bei weitem nicht den Anforderungen des Lötens, da sich während des Lagerns und des Lötprozesses nach der Reinigung wieder ein dünner Oxidfilm auf der Oberfläche des Grundmaterials und des Lötzusatzes bildet. Daher müssen beim Löten eine gewisse Oxidschichtentfernung und entsprechende Schutzmaßnahmen getroffen werden.

2.2.1 Verfahren zum Entfernen von Oxidfilmen

Der Entfernungsmechanismus des Oxidfilms ist aufgrund der unterschiedlichen Entfernungsmethode und des Materials unterschiedlich. Im Allgemeinen gibt es die folgenden Methoden:

Physikalische Methode: wie mechanisches Abkratzen, um den Oxidfilm zu brechen, oder die Verwendung der Ultraschallvibrationsmethode, die Verwendung von Ultraschallkavitation, um den Oxidfilm auf der Oberfläche des Grundmaterials abzulösen.

Chemisches Verfahren: Die Reaktion des Flussmittels und des Oxidfilms auf der Oberfläche des Grundmaterials wird verwendet, um den Zweck des Entfernens des Oxidfilms zu erreichen. Die meisten Flussmittellötverfahren entfernen den Oxidfilm durch einen chemischen Mechanismus, aber die Reaktionen in diesem Prozess sind unterschiedlich: Die Wirkungsweise kann darin bestehen, den Oxidfilm aufzulösen oder den Oxidfilm und das Grundmetall zu bilden. Die Bindung wird geschwächt und abgelöst und so weiter.

1) Verwenden Sie Flussmittel, um die Folie zu entfernen

Die Rolle des Flussmittels: die Oxide auf der Oberfläche des geschmolzenen Lots und des Grundmaterials zu entfernen und die notwendigen Bedingungen für das flüssige Lot zu schaffen, um sich auszubreiten und die Verbindungen auf dem Grundmaterial zu füllen. Bedecken Sie die Oberfläche des Basismaterials und des Lots mit einer dünnen Flüssigkeitsschicht, um die Luft zu isolieren (Gasfluss tritt in anderer Form auf), um die Oberfläche des Lots und des Basismaterials vor weiterer Oxidation zu schützen. Das

Flussmittel kann die Benetzungsleistung des Hartlots zum Grundmetall verbessern, die Grenzflächenaktivierung fördern und es ermöglichen, den Hartlötprozess reibungslos zu realisieren.

1.1) Weichlöten

Häufig verwendete Flussmittel können unterteilt werden in:

Anorganisches Flussmittel

Anorganische Säure Lot

Anorganisches Salzflussmittel

Organisches Flussmittel:

Flussmittel auf Harzbasis (mit Kolophonium als Hauptkörper)

Nicht harzbasiertes Flussmittel

1.1.1) Die wichtigsten anorganischen Säuren, die als Flussmittel verwendet werden können, umfassen Phosphorsäure, Salzsäure und Flusssäure. Es wird normalerweise in Form einer wässrigen Lösung oder einer Alkohollösung verwendet, und es kann auch in einer Paste mit Vaseline verwendet werden. Diese Säuren beruhen auf chemischen Reaktionen, um den Oxidfilm auf der Metalloberfläche zu entfernen. Salzsäure und Flusssäure wirken stark korrosiv auf das Grundmaterial, und beim Erhitzen werden schädliche Gase ausgeschieden, daher werden sie selten allein verwendet, aber nur als einige Flussmittel Die hinzugefügten Komponenten. Phosphorsäurelösung ist sicherer in der Anwendung und hat auch eine starke Fähigkeit, Filme zu entfernen, und kann zum Hartlöten von Aluminiumbronze und Edelstahl verwendet werden.

Die am häufigsten verwendeten anorganischen Salzlote sind Zinkchlorid (weiß, Feuchtigkeitsaufnahme) und Ammoniumchlorid, die hauptsächlich zum Hartlöten von Stahl, Kupfer und Kupferlegierungen mit Zinn-Blei-Lot verwendet werden.

Das durch das Flussmittel und das Oberflächenoxid gebildete Metallchlorid kann ein eutektisches Salz bilden, das mit Zinkchlorid oder Ammoniumchlorid leicht zu schmelzen ist, das leicht zu entfernen ist. Das Lot hat eine starke Fähigkeit, Oxide zu entfernen, eine gute thermische Stabilität und kann die Qualität des Lötens besser garantieren. Auch das anpassungsfähige Lötmaterial und Sortiment ist sehr breit, und es können allgemeine Eisen- und Nichteisenmetalle verwendet werden. Es ist jedoch sehr korrosiv und muss nach dem Schweißen gereinigt werden.

1.1.2) Es gibt viele Arten von organischen Flussmitteln, aber eine beträchtliche Anzahl von Flussmitteln enthält Kolophonium, daher ist es üblich, organische Flussmittel in Flussmittel auf Kolophoniumbasis und in andere Flussmittel auf Kolophoniumbasis zu unterteilen.

Kolophonium ist ein Naturharz mit hellgelber Farbe und einem besonderen Geruch, das in

organischen Lösungsmitteln wie Alkohol, Aceton, Glycerin, Benzol löslich und in Wasser unlöslich ist. Hochreines Kolophonium kann durch Erhitzen des Kolophoniums zum Verdampfen und anschließendes Kondensieren des Kolophoniumdampfs erhalten werden. Dieses hochreine Kolophonium wird allgemein als wasserweißes Kolophonium bezeichnet.

Um die Aktivität des Kolophoniumflussmittels zu verbessern, kann dem Kolophonium ein Aktivator zugesetzt werden, der ein aktiviertes Kolophoniumflussmittel darstellt. Kolophonium wird als Flussmittel verwendet, da Kolophoniumsäure mit Metalloxiden wie Kupferoxid reagieren kann, um Metallverbindungen wie Kolophoniumkupfer herzustellen. Kolophoniumkupfer ist eine grüne, durchscheinende, Kolophonium-ähnliche Substanz, die sich leicht mit nicht reagiertem Kolophonium mischen lässt und eine blanke Kupferoberfläche für das Lot zum Benetzen hinterlässt. Kolophoniumsäure reagiert nicht mit reinem Kupfer, daher gibt es kein Korrosionsproblem.

Um die Wirkung von Kolophonium zu steigern, werden verschiedene Aktivatoren zugesetzt, die ein aktiviertes Kolophoniumflussmittel darstellen. Der Mechanismus des aktivierten Kolophoniumflussmittels zur Entfernung des Oxidfilms unterscheidet sich ebenfalls je nach Art des Aktivators. Im Allgemeinen nimmt mit der Zugabe des Aktivators die Aktivität des Kolophoniumflussmittels zu und seine Korrosivität entsprechend zu. Daher werden mit hochwirksamem Kolophoniumflussmittel gelötete Verbindungen nach dem Löten im Allgemeinen mit organischen Lösungsmitteln gereinigt.

Flussmittel, die nicht auf Kolophonium basieren, sind hauptsächlich organisch, enthalten jedoch keine harzartigen Substanzen wie Kolophonium, die als Flussmittel ohne Kolophonium bezeichnet werden. Die Zusammensetzung dieses Flussmitteltyps umfasst hauptsächlich die folgenden Arten von Substanzen: organische Alkohole, organische Säuren, organische Halogenide, organische Amine und Ammoniakverbindungen.

1.2) Hartlöten

1.2.1) Borax

Üblicherweise verwendete Flussmittel zum Hartlöten basieren hauptsächlich auf Borax, Borsäure und deren Mischungen als Matrix, wobei Alkali- oder Erdalkalifluorid, Fluorborat und andere Komponenten hinzugefügt werden. Diese Art von Flussmittel kann in großem Umfang zum Löten von Verbindungen von Kupferlegierungen, Kohlenstoffstahl, legiertem Stahl, Edelstahl und Hochtemperaturlegierungen verwendet werden.

Das aus Borax und Borsäure bestehende Flussmittel hat keine starke Filmentfernungsfähigkeit, und es ist auch schwierig, Metalloxide wie Chrom, Silizium, Aluminium und Titan zu entfernen, so dass legierter Stahl, der diese Elemente enthält, nicht hartgelötet werden kann. Aus diesem Grund können dem Flussmittel einige Alkalimetall- oder Erdalkalimetallfluoride (wie Calciumfluorid usw.) zugesetzt werden, um die Aktivität des Flussmittels zu erhöhen und den Schmelzpunkt des Flussmittels zu verringern. Mit diesem

fluoridhaltigen Flussmittel können alle Arten von Stahl, Edelstahl, Kupferlegierungen und anderen Materialien gelötet werden.

Kaliumfluoroborat hat einen niedrigen Schmelzpunkt und eine starke Fähigkeit, Oxide zu entfernen und kann auch als Hauptbestandteil des Flussmittels verwendet werden. Ein zu hoher Fluoridanteil ist korrosiv und kann Poren in der Lötstelle aufweisen. Eine große Menge fluorhaltiges Gas ist schädlich für den menschlichen Körper.

1.3) Aluminiumflussmittel

Die Schwierigkeit beim Hartlöten von Aluminium und seinen Legierungen liegt in der Anwesenheit eines sehr dichten Oxidfilms auf der Oberfläche. Die chemischen Eigenschaften dieses Films sind äußerst stabil und können der atmosphärischen Erosion vollständig widerstehen. Sobald der Oberflächenoxidfilm von Aluminium und seiner Aluminiumlegierung zerstört ist, bildet sich außerdem schnell ein neuer Oxidfilm, wenn er mit Luft in Kontakt kommt. Diese Filmschicht muss beim Löten von Aluminium und seinen Legierungen entfernt werden, da sonst der geschmolzene Lötzusatz den Grundwerkstoff nicht benetzen und keine gute Verbindung herstellen kann. Außerdem muss die Unversehrtheit des Schutzfilms nach dem Löten erhalten bleiben, da sonst die Lötstelle stark korrodiert.

Das reaktive Flussmittel für Aluminium hat eine starke Aktivität und eine gute Filmentfernungsfähigkeit, aber das Flussmittel selbst und seine Rückstände sind ebenfalls sehr korrosiv und müssen daher nach dem Löten gereinigt werden.

Das reaktive Flussmittel erzeugt während des Gebrauchs eine große Menge weißen reizenden und ätzenden Rauchs, daher sollte während des Gebrauchs auf Belüftung geachtet werden.

Eine andere Art von Flussmittel, die häufig beim Aluminiumlöten verwendet wird, ist Kaliumfluoraluminat-Flussmittel, das manchmal auch als Nocolok-Flussmittel bezeichnet wird. Seine Zusammensetzung ist ein Eutektikum von KF und AlF_3 , genau genommen sollte es ein Eutektikum von KAIF_4 und K_3AlF_6 sein, und sein Schmelzpunkt beträgt $562\text{ }^\circ\text{C}$.

Der größte Vorteil dieses Flussmittels besteht darin, dass das Flussmittel selbst und die Flussmittelrückstände wasserunlöslich sind und somit keine korrosive Wirkung auf den Aluminiumgrundwerkstoff und die Lötstelle hat.

1.4) Entfernung des Oxidfilms durch Gasmedium

Die Verwendung von Flussmittel zum Entfernen des Oxidfilms erschwert die Reinigung der Rückstände und kann in einigen Fällen aus verschiedenen Gründen nicht vollständig entfernt werden, so dass ein potenzielles Korrosionsrisiko besteht. Wenn beim Lötprozess kein Flussmittel verwendet werden kann, können die oben genannten Probleme grundsätzlich vermieden werden. Aus diesem Grund haben Forscher einige flussmittelfreie Lötverfahren

entwickelt, die den Film mit Gasmedium entfernen.

1.4.1) Neutrales Gas zum Entfernen von Oxidfilmen

Das beim Lötten verwendete neutrale Gas ist hauptsächlich Argon, manchmal wird auch Stickstoff verwendet. Argon ist ein Inertgas und tritt während des Lötprozesses nicht mit dem Grundmaterial und dem Oxidfilm in Wechselwirkung. Es kann das Metall vor Oxidation schützen, kann den Oxidfilm jedoch nicht direkt entfernen.

Unter dem Schutz von neutralem Gas nimmt die Stabilität einiger Metalloxide mit steigender Temperatur ab, kann sich zersetzen und durch die Adsorption von flüssigem Lot zerstört werden.

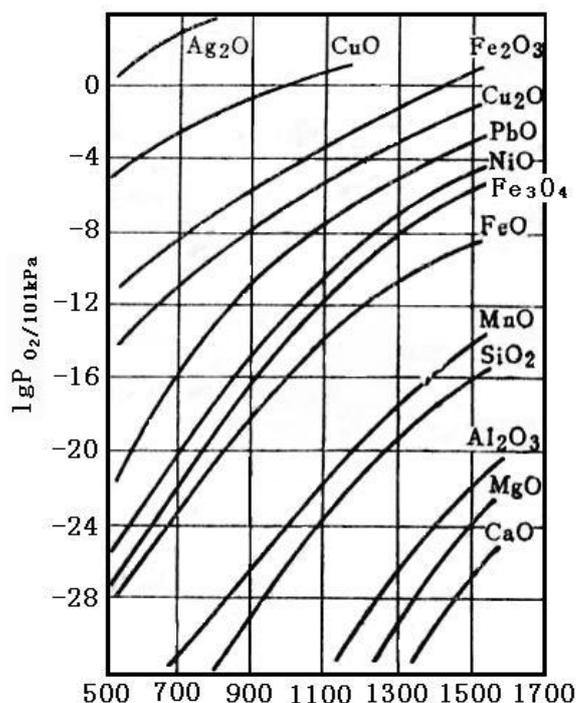
Das Bild zeigt den Zusammenhang zwischen dem Zersetzungsdruck von Metalloxiden und der Temperatur.

Es ist ersichtlich, dass die Temperaturerhöhung für die Zersetzung von Oxiden günstig ist.

Durch das Hartlöten in neutraler Atmosphäre wird der Sauerstoffpartialdruck im System reduziert und auch die Temperaturerhöhung trägt zur Zersetzung von Oxiden bei.

Daher kann der Lötprozess bestimmter Systeme durchgeführt werden.

In trockenem Stickstoff kann Kupferoxid beispielsweise bei etwa 750 °C zersetzt werden, sodass das Kupferlöten bei 750 °C und darüber ohne Flussmittel in Stickstoff abgeschlossen werden kann.

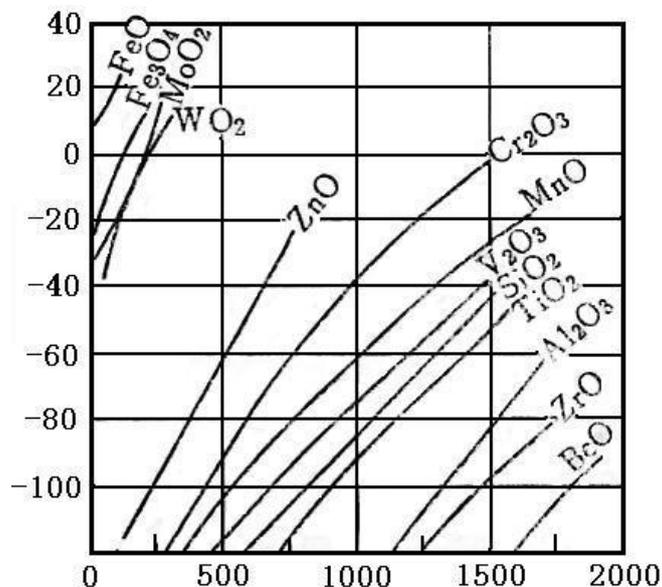


1.4.2) Reaktives Gas zum Entfernen von Oxidfilmen

Aktivgas bezieht sich normalerweise auf ein reduzierendes Gasmedium. Es kann nicht nur das Grundmaterial und das Lot vor Oxidation schützen und den Sauerstoffpartialdruck reduzieren, sondern kann auch direkt mit der Oxidschicht reagieren, um die Oxidschicht auf der Oberfläche der Basis zu entfernen Material.

Die üblicherweise verwendeten Reduktionsgase sind hauptsächlich Wasserstoff und Kohlenmonoxid. Die Reduktionsfähigkeit von Wasserstoff ist viel stärker als die von Kohlenmonoxid. Die Fähigkeit von Wasserstoff, Eisenoxid zu reduzieren, ist 10-mal höher als die von Kohlenmonoxid bei 300 °C und 20-mal höher als die von Kohlenmonoxid bei 500 °C.

Das Bild zeigt den Zusammenhang zwischen der Reduktionsreaktion von Oxiden und dem Wasserstofftaupunkt (der Temperatur, bei der Wasserdampf im Gas zu Wasser zu kondensieren beginnt. Je niedriger der Wasserdampfgehalt im Gas, desto niedriger der Taupunkt.) und die Temperatur. Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass das Hartlöten von kohlenstoffarmem Stahl in Wasserstoff sehr einfach zu erreichen ist. Beim Löten von Cr₂O₃-haltigen Hartloten (wie Edelstahl 1Cr18Ni9Ti, GH140, GH33 und andere hitzebeständige Legierungen auf Eisen- und Nickelbasis) ist es erforderlich, extrem trockenen Wasserstoff mit einem Taupunkt unter -40°C zu verwenden. Die Legierungen mit Oxiden wie MgO, TiO₂, Al₂O₃ und BeO an der Oberfläche sind aufgrund der zu strengen Anforderungen an den Taupunkt von Wasserstoff in der Praxis nicht umsetzbar.



Der Nachteil von Wasserstoff als Mediumgas beim Löten besteht darin, dass es explosiv ist. Daher ist es erforderlich, dass der abgegebene Wasserstoff am Auslass verbrannt wird, um eine Vermischung mit Luft zu vermeiden, um eine Explosion zu verursachen.

Eine andere Möglichkeit, die Explosionsgefahr zu verringern, ist die Zersetzung von Ammoniak. Ammoniak kann bei Kontakt mit dem Katalysator bei etwa 535 °C in Wasserstoff und Stickstoff zersetzt werden. Das resultierende Mischgas enthält 75 Vol.-% H₂ und 25 Vol.-% N₂. Nach sorgfältiger Trocknung weist dieses Gas eine starke Reduzierbarkeit auf und die Explosionsgefahr ist viel geringer.

1.4.3) Vakuumentfernung des Oxidfilms

Die Vakuumumgebung ist ein gasarmer Zustand, der mittels mechanischer Vorrichtungen erreicht wird. Löten unter Vakuumbedingungen ist förderlich für den Lötprozess. Unterschiedliche Grundmaterialien weisen unter Vakuumbedingungen unterschiedliche Filmentfernungsmechanismen auf. Selbst der gleiche Typ von Grundmaterial kann bei unterschiedlichen Löttemperaturen unterschiedliche Filmentfernungsmechanismen aufweisen.

Der Vakuumzustand reduziert den Sauerstoffpartialdruck in der Lötzone, was zur Zersetzung von Oxiden führt.

Nach theoretischen Berechnungen ist das allgemeine Vakuum, das für die Zersetzung von Metalloxiden benötigt wird, extrem hoch, aber das tatsächlich beim Löten verwendete Vakuum liegt weit unter diesen Werten.

Daher ist dieser Vorgang offensichtlich nicht der Hauptweg, um die Membran zu entfernen. Bei den meisten Metallen und Legierungen kann die Selbstzerersetzung von Oxiden nicht verwendet werden, um den Zweck der Filmentfernung zu erreichen.

Die Verflüchtigung von Metalloxiden und deren Legierungen zerstört den Oxidfilm auf der Oberfläche.

Beim Hochtemperaturlöten werden einige Metalloxide aufgrund der Verflüchtigung entfernt. Aus Tabelle 3-3 ist ersichtlich, dass die Temperatur, bei der sich viele Elemente deutlich verflüchtigen, niedriger ist als ihr Schmelzpunkt in der Atmosphäre. Es ist zu erwarten, dass beim Vakuumlöten verschiedene Verflüchtigungsgrade auftreten, die den Oxidfilm auf der Oberfläche des Grundmetalls bis zu einem gewissen Grad zerstören.

Der Oberflächenoxidfilm wird durch die Legierungselemente im Grundmaterial reduziert und entfernt

Zum Beispiel: Vakuumlöten von Edelstahl 1Cr18Ni9Nb, wenn die Löttemperatur von Stahl höher als 900 higher ist, kann der Oxidfilm auf der Oberfläche von Edelstahl durch Kohlenstoffreduktion entfernt werden.

Der Oxidfilm wird vom Grundmaterial gelöst und entfernt

Zum Beispiel: Vakuumlöten von Titan und Titanlegierungen, wenn die Temperatur höher als 200 °C ist, wird das Titanoxid stark im Titan gelöst und dadurch entfernt.

Die Adsorption von flüssigem Metall verringert die Festigkeit des Oxidfilms und aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten wird der Oxidfilm gebrochen und dispergiert und entfernt.

Wenn beispielsweise Aluminium und Aluminiumlegierungen vakuumgelötet werden, wird der Al₂O₃-Film gebrochen und das im Hartlot enthaltene Legierungselement Mg wird an der Grenzfläche angereichert und wandelt das Aluminiumoxid in ein niedervalentes Oxid um, wodurch seine Kompaktheit, , Dadurch wird das Zerkleinern und Entfernen erleichtert.

1.4.4) Mechanische und physikalische Entfernung von Oxidschichten

Mechanischer Filmentfernungsprozess: Verwendet hauptsächlich mechanisches Kratzen, um den Oxidfilm auf der Oberfläche des Grundmaterials zu brechen, auch als Kratzlöten bekannt.

Es gibt zwei verschiedene Formen der mechanischen Filmentfernung: Zum einen wird mit einem harten Gegenstand an der Oberfläche des Grundmaterials unter der flüssigen Lotschicht entlang gezogen, zum anderen wird direkt mit dem Ende des Lotstabs Druck entlang der Oberfläche des Grundwerkstoffs Die auf Löttemperatur erhitzte Oberfläche des Grundwerkstoffs wird geschleift.

Physikalischer Filmentfernungsprozess: Der physikalische Filmentfernungsprozess, der derzeit beim Hartlöten verwendet wird, ist Ultraschallfilmentfernung.

Es gibt zwei spezifische Möglichkeiten, das Entfernen von Ultraschallfilmen zu implementieren: Eine besteht darin, Ultraschallwellen durch einen LötKolben in das flüssige Lot auf der Löttoberfläche zu leiten. Die andere besteht darin, das Ultraschallgerät an den Behälter für geschmolzenes Lötmedium anzuschließen, und die Ultraschallwelle wird während der Arbeit durch den Behälter in das Lötmedium übertragen und die zu löten Teile werden in den Lötbehälter eingetaucht Löten von Aluminium.

2.3 Benetzung und Ausbreitung von Grundmetallen durch Lot

Das grundlegende Problem beim Löten besteht darin, eine qualitativ hochwertige Verbindung zu erhalten. Eine solche Verbindung kann nur unter der Voraussetzung erhalten werden, dass das flüssige Lötmaterial vollständig in alle Lötspalte fließen und diese dicht ausfüllen und mit dem Grundmaterial gut wechselwirken kann. Kein geschmolzenes Flussmittel oder Hartlot kann problemlos in die Lücken zwischen Schweißnähten gefüllt werden.

Wie benetzt und verteilt sich das Hartlot auf den Grundwerkstoff? Beispiele dafür gibt es in der

Natur viele. Wenn beispielsweise ein Wassertropfen auf eine saubere Glasplatte getropft wird, kann sich der Wassertropfen vollständig auf der Glasplatte verteilen. Zu diesem Zeitpunkt kann man sagen, dass das Wasser vollständig benetzt die Glasplatte; wenn der Tropfen ein Tropfen Öl ist, bildet der Öltropfen eine Kugel, die sich ausbreitet. Zu diesem Zeitpunkt kann gesagt werden, dass der Öltropfen die Glasplatte benetzen kann; wenn ein Tropfen Quecksilber ist fällt, bildet das Quecksilber eine Kugel und rollt auf der Glasplatte ab, was zeigt, dass Quecksilber das Glas nicht benetzt. Die Benetzung und Verteilung des Lots auf das Substrat ist gleich. Wenn das Lot auf dem Substrat aufgeschmolzen wird, ohne das Lot zuzugeben, rollt das Lot in einer Kugelform. Zu diesem Zeitpunkt benetzt das Lot das Substrat nicht; wenn das Lot hinzugefügt wird, verteilt sich das Lot auf dem Grundmaterial, dh das Lot (Lot) benetzt und verteilt sich auf dem

Benetzung - das Phänomen, dass flüssige Gegenstände und feste Gegenstände nach dem Kontakt aneinander haften.

Es kann in Tauchbenetzung, Haftbenetzung und Spreitbenetzung unterteilt werden.

Wenn sich die Flüssigkeit im freien Zustand befindet, versucht sie, kugelförmig zu bleiben!

Wenn die Flüssigkeit mit dem Feststoff in Kontakt ist, kann die Flüssigkeit bei Kohäsion > Adhäsion nicht an der festen Oberfläche haften - keine Benetzung!

Wenn die Adhäsionskraft der Flüssigkeit größer als ihre Kohäsionskraft ist, kann die Flüssigkeit an dem festen Oberflächenbenetzungseffekt haften.

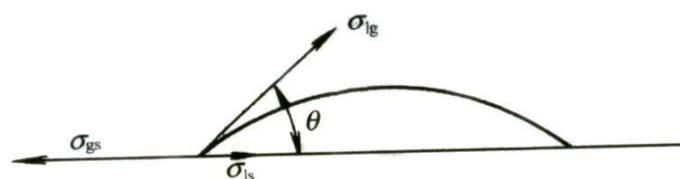
Um die Benetzbarkeit der Flüssigkeit mit dem Grundmaterial zu messen, kann sie durch den Kontaktwinkel θ ausgedrückt werden, wenn die flüssige Phase mit der festen Phase in Kontakt steht.

Wenn $\cos \theta$ positiv ist, d. h. $0^\circ < \theta < 90^\circ$, dann kann die Flüssigkeit den Feststoff benetzen;

Wenn $\cos \theta$ negativ ist, d. h. $90^\circ < \theta < 180^\circ$, kann davon ausgegangen werden, dass die Flüssigkeit den Feststoff nicht benetzen kann.

$\theta = 0$ bedeutet, dass die Flüssigkeit den Festkörper vollständig benetzt, $\theta = 180^\circ$ bedeutet keine Benetzung.

Beim Hartlöten sollte der Benetzungswinkel des Lotes kleiner als 20° sein.



2.4 Kapillarer Füllprozess von flüssigem Lot in der Lücke der Teile

Kapillarkapillare Wirkung ist eine inhärente Eigenschaft von Flüssigkeiten, die in einem engen Spalt fließen. Im wirklichen Leben gibt es viele solcher Beispiele, zum Beispiel: wenn man zwei parallele Glasplatten oder ein sauberes Röhrchen mit kleinem Durchmesser in eine bestimmte Flüssigkeit einführt, hat die Flüssigkeit zwischen den Platten oder im dünnen Röhrchen zwei Phänomene: Eines ist flüssig Aufstieg entlang den Spalt oder kleinen Innendurchmesser bis zu einer bestimmten Höhe h über dem Flüssigkeitsspiegel. Der andere ist, dass die Flüssigkeit entlang des Spalts oder des kleinen Innendurchmessers bis zu einer bestimmten Höhe h unter dem Flüssigkeitsspiegel absinkt. Dieses Phänomen wird als "Kapillarkapillare Wirkung" bezeichnet. Die Kapillarkapillare füllung des Lots während des Lötens sollte ebenfalls ungleichmäßig und unregelmäßig sein. Tatsächlich beeinflusst diese Eigenschaft der Kapillarkapillare füllung direkt die Qualität der Lötverbindung, was zu einer ungleichmäßigen Lötverbindung führt. Dicht, was zu Fehlern wie Lufteintrag und Schlackeeintrag führt.

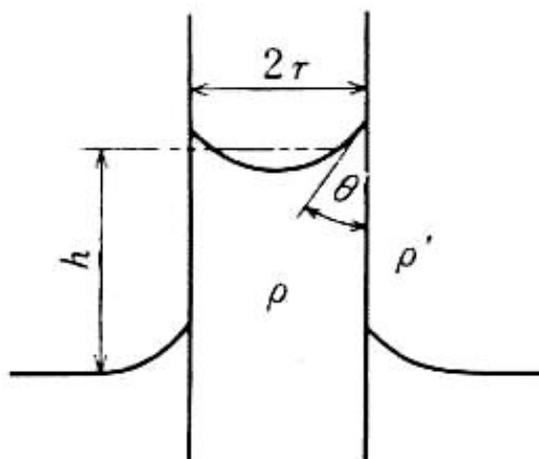
Bei $\theta < 90^\circ$, $h > 0$ steigt die Flüssigkeit entlang der Spaltbenetzung (Alkoholthermometer).

Bei $\theta > 90^\circ$, $h < 0$, sinkt die Flüssigkeit entlang des Spalts ab – keine Benetzung (Quecksilberthermometer).

Beim Löten kann nur dann, wenn das flüssige Lot das Grundmaterial vollständig benetzen kann (der Flüssigkeitsspiegel "steigt"), das Lot die Lötnaht ausfüllen.

Die Höhe h des "Aufstiegs" der Flüssigkeit entlang des Spaltes ist umgekehrt proportional zur Spaltgröße $2r$ - der Spalt sollte bei der Konstruktion und Montage der Lötverbindung klein sein.

Die Geschwindigkeit des "Aufstiegs" der Flüssigkeit entlang des Spaltes ist umgekehrt proportional zur h -ausreichenden Löttemperatur und die Haltezeit sollte gewährleistet sein.



Zusammenfassung: Beim eigentlichen Füllvorgang kommt es zu einer Auflösung und Diffusion zwischen dem flüssigen Lot und dem festen metallischen Grundwerkstoff, wodurch sich Zusammensetzung, Dichte, Viskosität und Schmelzpunkt des flüssigen Lotes ändern.

Die Füllgeschwindigkeit des flüssigen Lots ist ungleichmäßig und die Vorderkante der Lotfüllung ist nicht sauber und der Fließweg ist ungeordnet, was sich direkt auf die Qualität der Lötstelle auswirkt und zur Bildung einer nicht kompakten Lötstelle führt, was zu Defekten wie Gas- und Schlackeneinschlüssen führt. Diese Änderungen wirken sich auf die Benetzungs- und Dichtwirkung des Lots aus.

Die Faktoren, die die Kapillarfüllung des Lots beeinflussen: die Zusammensetzung des Lots und des Grundmetalls, die Löttemperatur, das Oberflächenoxid des Grundmetalls, die Oberflächenrauheit des Grundmetalls, das Flussmittel, der Spalt, die Wechselwirkung zwischen das Lot und das Grundmetall.

2.5 Heizen und Kühlen von Schweißteilen

Der Lötprozess beginnt mit dem Erhitzen, stoppt bei einer bestimmten Temperatur und kühlt schließlich ab, um den gesamten Prozess der Verbindungen zu bilden. Die wichtigsten Prozessparameter bei diesem Verfahren sind die Löttemperatur und die Haltezeit, die sich direkt auf die Lotfüllung und die Wechselwirkung zwischen Lot und Grundwerkstoff auswirken und somit die Qualität der Verbindung bestimmen. Darüber hinaus sind Aufheizrate und Abkühlrate noch wichtigere Prozessparameter, die ebenfalls einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Qualität der Verbindung haben.

2.6 Das Zusammenspiel von Lot und Grundmaterial

Während des Lötprozesses interagiert das flüssige Lot unter kapillarer Füllung mit dem Substrat. Dieser Effekt umfasst zwei Aspekte: Zum einen das Auflösen des Substrats in das flüssige Lot, zum anderen die Bauteilorientierung des Lots.

Während des Hartlötens wechselwirkt das geschmolzene Lot häufig während des Kapillarfüllprozesses mit dem Grundmetall. Diese Effekte lassen sich auf zwei Aspekte zurückführen:

(1) Die Auflösung des Grundmaterials im Lot

Die Wirkung der Auflösung beim Hartlöten:

Vorteile-"Reinigungs"-Effekt, Legieren

Nachteile-Verbindung (spröde), schlechte Spaltfüllung, Erosion

(2)Die Diffusion von Lotkomponenten zum Grundmetall

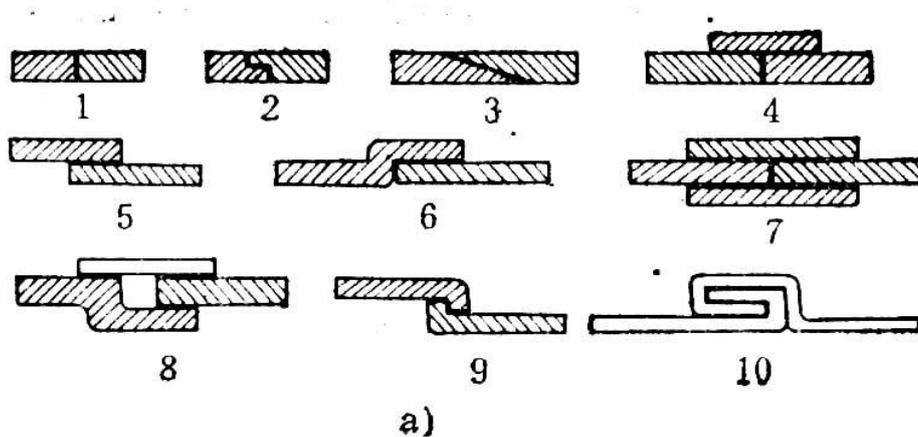
Das Zusammenwirken von Lot und Grundmetall kann folgende Strukturen bilden:
Mischkristall, Verbindung, Eutektikum.

2.7 Ausführung von Lötverbindungen

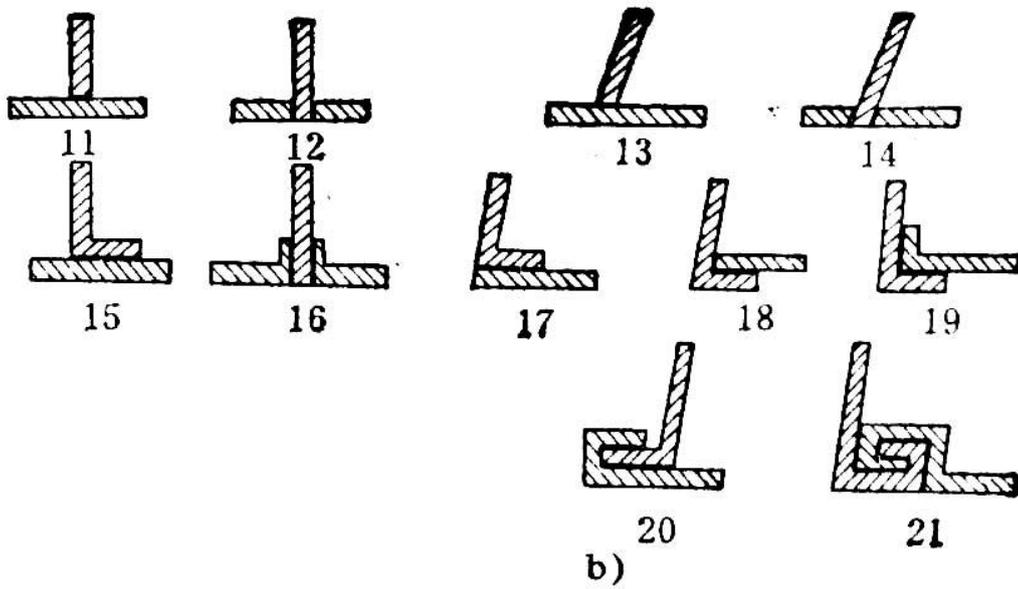
Bei der Konstruktion von Lötverbindungen sollte zuerst die Festigkeit der Verbindung berücksichtigt werden und dann, wie die Maßhaltigkeit der Baugruppe, die Montagepositionierung der Teile, die Platzierung des Lots, der Spalt der Lötverbindung und andere technologische Aspekte sichergestellt werden Probleme.

In der Produktionspraxis beträgt die Überlappungslänge bei Lötverbindungen mit höherfesten Loten wie Silber-, Kupfer- und Nickelbasis in der Regel das 2- bis 3-fache der Dicke des dünnen Teils; mal die Dicke des dünnen Teils, aber es ist nicht wünschenswert, dass die Überlappungslänge mehr als 15 mm beträgt.

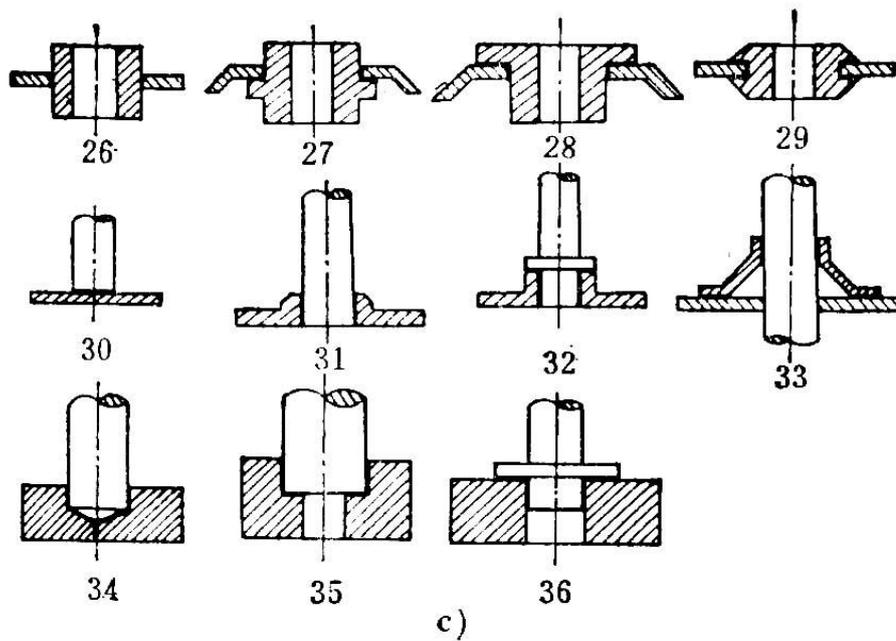
a) Verbindungsform des Flachlötens



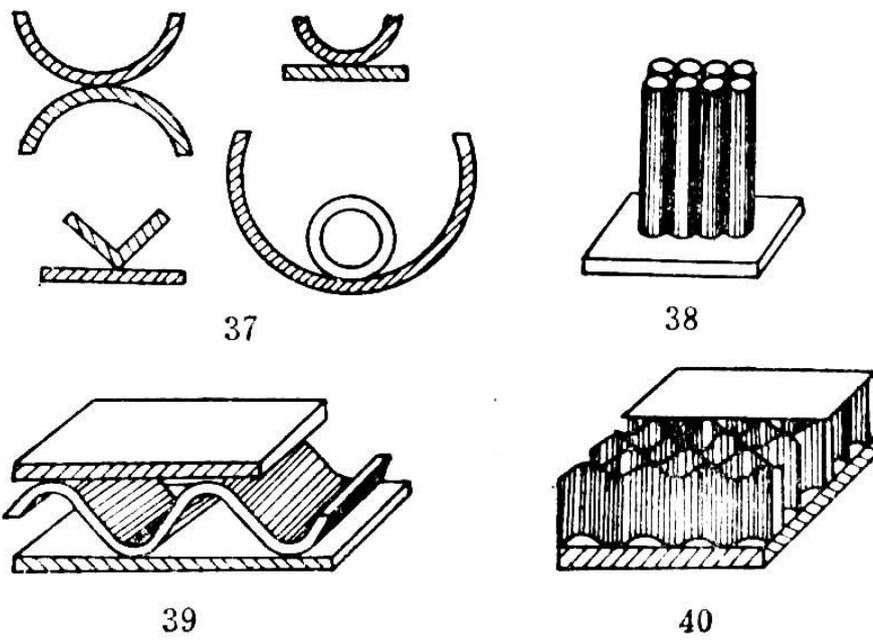
b) T- und Schrägwinkel-Lötverbindungsform



c) Verbindungsform von Rohr oder Stab und Platte

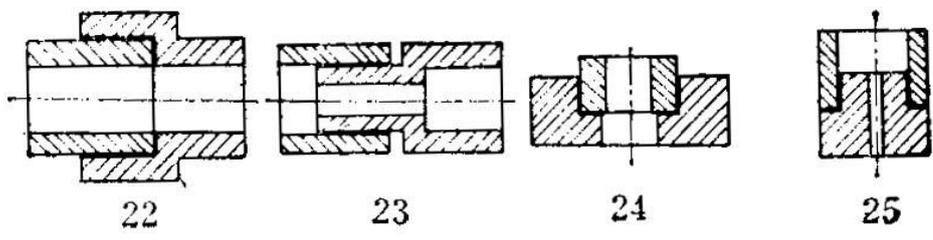


d) Drahtkontakt-Lötverbindungsform



d)

e) Verbindungsform des Rohrlötens



e)

3 Die Varianten des Lötverfahrens

3.1 Löten mit einem LötKolben

Der LötKolben ist ein Weichlötwerkzeug. Beim Löten mit LötKolben wird die im Arbeitsteil des LötKolbens (LötKolbenspitze) angesammelte Wärme genutzt, um das Lot zu schmelzen und das Grundmaterial am Lötteil zu erhitzen, um die Lötstelle zu vervollständigen.

Der einfachste LötKolben besteht aus einem Metallblock als Arbeitsteil, der über einen Metallstab mit einem Griff verbunden ist, hat keine Wärmequelle und muss durch eine externe Wärmequelle (z nur zeitweise arbeiten).

Die am weitesten verbreitete Art von LötKolben ist der elektrische LötKolben, der durch Widerstandsheizung beheizt wird und es gibt zwei Arten: Außenheizung und Innenheizung. Der elektrische LötKolben mit Innenheizung verwendet eine Keramikheizung (hergestellt durch Drucken einer speziellen Metallverbindung auf eine hitzebeständige Keramik und Brennen). Die Heizung hat eine lange Lebensdauer, einen hohen thermischen Wirkungsgrad und ist kompakt. Es ist besonders geeignet zum Löten elektronische Geräte und hat ein breites Anwendungsspektrum.

Beim Löten mit einem LötKolben wird das Lot häufig in Form eines Drahtes oder Stabes manuell der Lötstelle zugeführt, bis das Lot den Spalt vollständig ausfüllt und entlang der anderen Seite der Lötstelle einen glatten Lötwinkel bildet. Beim Löten mit einem LötKolben wird in der Regel Flussmittel verwendet, um den Film zu entfernen. Das Flussmittel kann alleine aufgetragen werden, wird aber meistens in Form von Kolophoniumkern-Lötendraht in der Elektronikindustrie verwendet.



Eigenschaften: niedrige Temperatur

Anwendungsbereich:

1. Geeignet zum Löten mit einer Löttemperatur von weniger als 300 °C. (mit Zinn-Blei- oder Bleilot)
2. Zum Hartlöten von dünnen und kleinen Teilen wird Flussmittel benötigt.

3.2 Flammlöten

Flammlöten ist die Verwendung von brennbaren Gas- oder Flüssigbrennstoff-Vergasungsprodukten und einer mit Sauerstoff oder Luft vermischten Verbrennungsflamme, die zum Hartlöten gebildet wird.

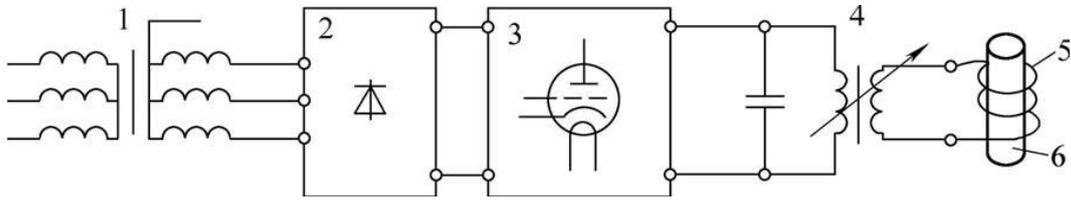
Es zeichnet sich durch große Vielseitigkeit, einfache Ausrüstung und einfaches Verfahren aus und kann die erforderliche Lötqualität garantieren, verfügt über eine breite Palette von Gasquellen und ist nicht auf die Stromversorgung angewiesen, daher ist es weit verbreitet.

Flammlöten wird hauptsächlich zum Löten von dünnwandigen und kleinen Schweißnähten aus Kohlenstoffstahl, niedriglegiertem Stahl, Edelstahl, Kupfer und Kupferlegierungen mit Lot auf Kupferbasis, Lot auf Silberbasis verwendet und kann auch zum Löten von Aluminium und Aluminium mit Lot auf Aluminiumbasis Aluminiumlegierung.



Eigenschaften: einfach und flexibel, weit verbreitet

Anwendungsbereich: Im Allgemeinen neutrale Flamme oder leichte Schwelflamme/Universalgasschweißbrenner oder spezielle Lötbrenner (auch Weichlöten kann verwendet werden) verwenden, um das Werkstück zuerst zu erwärmen, geeignet zum Löten,



Schematische Darstellung der Induktionserwärmungsanlage

1—Transformator 2—Gleichrichter 3—Oszillator 4—Hochfrequenztransformator
5—Induktionsspule 6 – Schweißteile

Vorteile des Induktionslötens:

Da beim Löten mit Induktionserwärmung ein Erwärmungsverfahren von innen nach außen verwendet wird, das sich vom Löten mit Lasererwärmung unterscheidet, wird seine Wirkung nicht durch Änderungen der Lötposition oder der Lötstellen beeinflusst.

Löten mit Induktionserwärmung kann einen schnelleren und gleichmäßigeren Heizeffekt bieten als LötKolbenschweißen.

Induktionserwärmungslöten ist wirtschaftlicher und aufgrund seiner hohen Wiederholgenauigkeit sehr gut für automatisierte Großserienfertigungsprozesse geeignet.

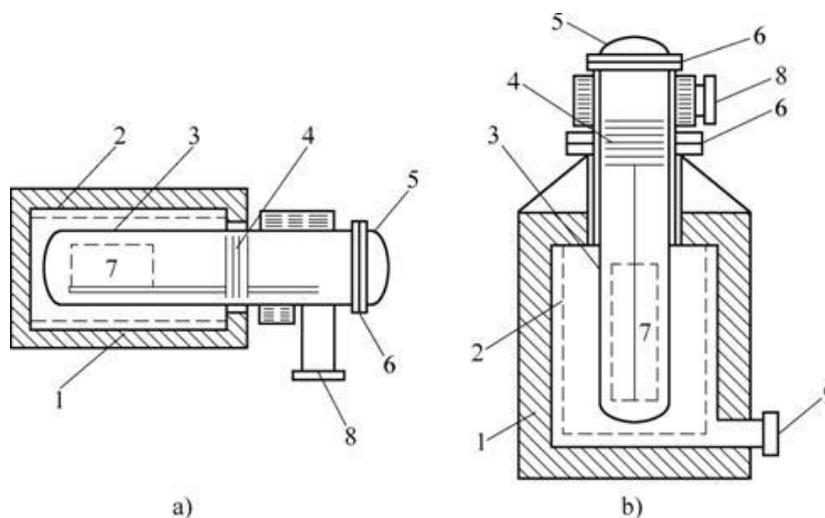
3.4 Löten im Ofen

Im Vergleich zu anderen Lötverfahren besteht der Hauptvorteil des Ofenlötens darin, dass die Schutzatmosphäre als Lötmaterial sehr billig ist, die Fabrik in Massenproduktion hergestellt werden kann und die industrielle stickstoffbasierte Atmosphäre in flüssigem Zustand außerhalb der Fabrik gelagert werden kann. Diese Atmosphären haben eine ausgezeichnete Oxidationsbeständigkeit und können zu einer Atmosphäre mit einem beliebigen Kohlenstoffpotential im Bereich von etwa 0,2% bis 1,0% oder mehr gemacht werden. Dieser Kohlenstoffpotentialbereich ist für alle Kohlenstoffstähle und niedriglegierten Stähle ausreichend, auch für Stähle, die vor dem Löten aufgekühlt wurden.

Wenn das Kohlenstoffpotential der verwendeten Atmosphäre dem Kohlenstoffgehalt des Werkstückmetalls entspricht, kann das Werkstückmetall beim Löten weder aufgekühlt noch entkohlt werden. Da die Schutzatmosphäre beim Löten im Ofen Eisenoxide vollständig reduzieren kann, ist beim Löten von Kohlenstoffstahl mit Kupferlot im Allgemeinen kein Flussmittel erforderlich. Diese Atmosphären können den dünnen Oxidfilm, der auf der Oberfläche des Werkstücks vorhanden ist, reduzieren und können auch verhindern, dass die Oberfläche des

Werkstücks während des Lötprozesses weiter oxidiert . Einige niedriglegierte Stähle, deren Gesamtmassenanteil an Chrom, Mangan, Aluminium und Silizium 2 % oder 3 % übersteigt, können eine Flussmittel- oder Nickelschicht bilden, um eine gute Benetzungswirkung zu erzielen. Ein weiterer großer Vorteil des Lötens im Ofen besteht darin, dass sowohl im Kammerofen als auch im Durchlaufofen eine große Anzahl von Bauteilen zu geringeren Stückkosten gelötet werden kann. Ofenlötens ist das effektivste und wirtschaftlichste für die Massenproduktion, aber es eignet sich auch für gelegentliche niedrige Ofenbelastung und kleine Produktion, aber die Kosten pro Stück sind höher. Um die Produktivität zu verbessern, wird manchmal anstelle anderer Lötverfahren Ofenlötens verwendet. In allen Phasen des Lötens, einschließlich der Kühlphase, kann das Lötens im Ofen die Temperatur genau steuern und die Temperatur gleichmäßig machen. Während des Heizens und Kühlens können verschiedene Schutzmaßnahmen bereitgestellt werden. Auch können in verschiedenen Kammern oder verschiedenen Bereichen des Ofens unterschiedliche Schutzatmosphären vorgesehen werden. Diese Situation wird häufig verwendet, wenn die Schutzatmosphäre eine industrielle Atmosphäre auf Stickstoffbasis ist.

Vakuumlöten ist ein Verfahren zum Lötens in einer vakuumgeschützten Umgebung. Es bezieht sich hauptsächlich auf das Lötens in einem Vakuumofen. Es wird zum Lötens von Metallen und Legierungen verwendet, die schwer zu lötens sind, wie Aluminiumlegierungen, Titanlegierungen und Hochtemperaturlegierungen , hochschmelzende Metalle und Materialien in elektronischen Vakuumgeräten usw. und müssen kein Flussmittel verwenden.



Schematische Darstellung des Heißwand-Vakuumofens

a) Einzelgefäß b) Doppelgefäß

1—Ofenmantel 2—Heizung 3—Vakuumbehälter 4—Reflexionsschirm 5—Ofentür
 6—Dichttring 7—Schweißstück 8—angeschlossen an Diffusionspumpe und
 9—angeschlossen an mechanische Vakuumpumpe

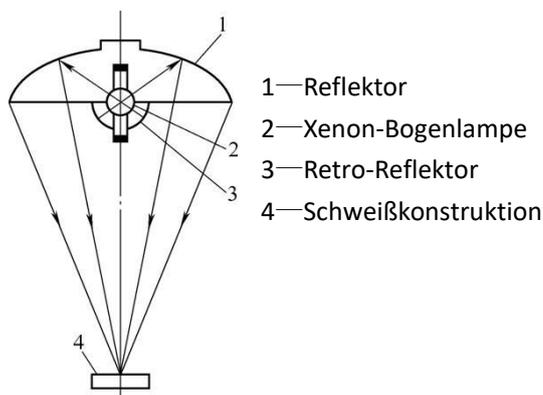
3.5 Laserlöten

Beim Laserlöten wird ein Laserstrahl als Wärmequelle für die Löterwärmung verwendet, wodurch eine schnelle Erwärmung einer kleinen Fläche erreicht werden kann und sichergestellt wird, dass die Leistung des angrenzenden Grundmaterials nicht wesentlich beeinträchtigt wird. Diese Heizcharakteristik eignet sich zum Löten und Verbinden wärmeempfindlicher mikroelektronischer Geräte. Obwohl Laserstrahlung und Elektronenstrahl ähnliche Eigenschaften aufweisen, hat das Laserlöten gegenüber dem Elektronenstrahl-Löten offensichtliche technische Vorteile: Laserstrahlung kann mit einem einfachen optischen System fokussiert werden, benötigt keine Vakuumumgebung und kann in jeder Atmosphäre verwendet werden. Daher ist die Ausrüstung einfacher, die Kosten geringer und die Produktivität hoch.

Der Lotzusatz beim Laserlöten kann voreingestellt oder mit Drahtvorschub versehen werden. Die Löterwärmungstemperatur ist niedrig und der Bedarf an Laserleistung ist gering, daher wird im Allgemeinen das Defokussierverfahren zum Erwärmen verwendet. Auf diese Weise kann die Leistungsdichte reduziert und die Spotgröße und -form entsprechend der Größe der Lötnaht angepasst werden. Laserlötverbindungen verwenden normalerweise zwei Methoden: Crimpstoßverbindung und Überlappverbindung. Beim Crimpen von Stumpfnähten ist die Lotzuführung von der Laserfrontseite aus vorteilhaft für die Stabilität des Lötprozesses, bei Überlappungsstößen ist die Zuführung des Lotes horizontal von der Unterseite der Stabilität zuträglich des Lötprozesses.

Beim Laserlöten kann ein Einzelstrahl oder ein Doppelstrahl verwendet werden. Der Doppelstrahl kann entweder durch zwei unabhängige Laser oder durch Aufspaltung durch einen Laserstrahlteiler erhalten werden. Doppelstrahl-Löten kann die Bestrahlungszeit und -position flexibler und bequemer steuern und den Lötprozess besser steuern.

Bei der Zweistrahl-Laserüberlappung erwärmt und schmilzt ein Laserstrahl den Schweißdraht und der andere Laserstrahl erwärmt und füllt den Spalt, um die Temperatur des Grundmaterials zu erhöhen, die Benetzung und Ausbreitung des Lotes zu fördern und zu erhöhen die Stärke des Gelenks. Beim Andocken werden die beiden Bücher durch Laserüberlappung bestrahlt und erhitzt, zusätzlich zur Verbesserung der Lötwirkung wird auch der Bereich in der Nähe der Verbindung erhitzt und gleichzeitig erhitzt, was die Benetzung und gleichmäßige Verteilung fördert des Lotes.



3.6 Tauchlöten

Auch Löten in flüssigem Medium genannt, ist ein Verfahren, bei dem das Schweißteil oder das Ganze in Salz, Mischlösung oder Lötlösung getaucht wird und sich auf die Wärme dieser flüssigen Medien verlässt, um das Löten zu erreichen. Das beim Tauchlöten verwendete flüssige Medium wird in zwei Kategorien unterteilt, Salzbadlöten und Tauchlöten in geschmolzenem Lot.

Aufgrund der großen Hitze des flüssigen Mediums kann das Tauchlöten das Schweißen schnell und gleichmäßig erhitzen. Der Lötprozess ist kontinuierlich und die Zeit beträgt im Allgemeinen nicht mehr als 2 Minuten. Daher ist die Produktionseffizienz hoch, die Schweißung wird verformt, die Korngröße und Entkohlung usw. Das Phänomen ist nicht signifikant. Während des Schweißprozesses isoliert das flüssige Medium nicht nur die Luft, sondern schützt auch die Schweißkonstruktion vor Oxidation, und die Temperatur der Lösung kann im Bereich von -5 Grad genau gesteuert werden. Daher ist der Lötprozess leicht zu mechanisieren. Manchmal kann es beim Löten auch Es schließt den Wärmebehandlungsprozess des Abschreckens, Aufkohlens, Erweichens usw. ab. Aufgrund dieser Eigenschaften wird es in der Industrie häufig zum Hartlöten verschiedener Legierungen verwendet.

Die Nachteile des Tauchlötens sind ein hoher Energieverbrauch, eine ernsthafte Verschmutzung durch geschmolzenen Salzdampf und schlechte Arbeitsbedingungen.

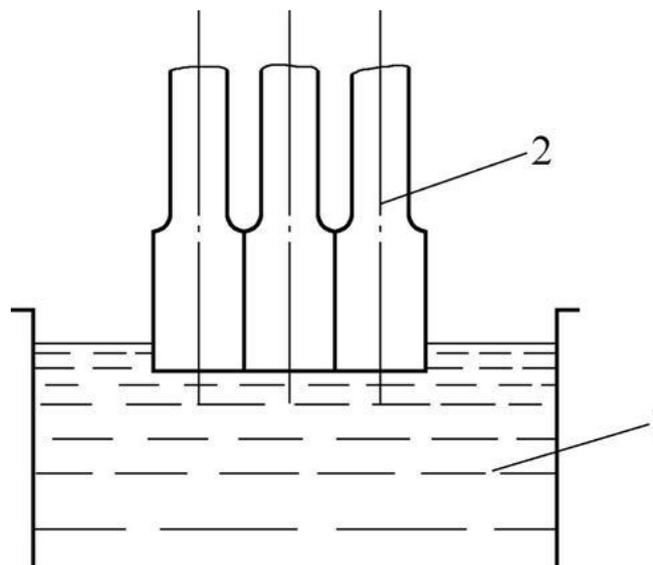
Das Tauchlöten wird in Salzbadlöten und Metallbadlöten unterteilt. Die beim Salzbadlöten verwendeten Salze enthalten meist Chlorid, Fluorid und Cyanid, die während des Löterwärmungsprozesses toxische Gase stark verflüchtigen. Darüber hinaus enthält das Lot flüchtige Metalle wie Zink, Cadmium und Beryllium. Diese Metalldämpfe sind für den menschlichen Körper sehr schädlich, beispielsweise ist Berylliumdampf sogar hochgiftig. Auch das beim Löten enthaltene Gas, das aus der organischen Lösung verdampft, ist für den menschlichen Körper sehr schädlich. Daher müssen wirksame Belüftungsmaßnahmen getroffen werden, um diese schädlichen Gase und Metalldämpfe zu beseitigen.

Außerdem ist es beim Tauchlöten besonders wichtig, die im Salzbad eingetauchten Schweißteile gründlich zu trocknen und es darf keine Feuchtigkeit auf den Schweißteilen verbleiben, da sonst beim Eintauchen in das Salzbad viel Dampf entsteht sofort erzeugt werden. Die Lösung spritzen und heftig explodieren lassen, was zu schweren Bränden und Verbrennungen des menschlichen Körpers führt. Beim Hinzufügen des Flussmittels in das Salzbad muss das Flussmittel vorher vollständig getrocknet werden, da es sonst ebenfalls zu einer Explosion kommt.

Das luftdichte ATR-Gehäuse ist ein wichtiger Bestandteil der militärischen elektronischen Ausrüstung. Je nach den Anforderungen der Arbeitsumgebung muss das Gehäuse eine hervorragende Leitfähigkeit, Wärmeableitung und elektromagnetische Abschirmungsfunktionen aufweisen. Es ist für Umgebungen wie Feuchtigkeit und Hitze, Salz geeignet Spray und Schimmel. Die Oberfläche der Gehäuseteile besteht aus leitfähiger Oxidation. Die gesamte Maschine ist mit dreifacher Farbe besprüht und hat ein vollständig versiegeltes Design, um sicherzustellen, dass das Produkt beständig gegen Feuchtigkeit, Hitze, Salznebel und Schimmel ist.

Um sich an die raue militärische Umgebung anzupassen. Die Seitenwand des Chassis ist als gelötete Struktur mit eingebauten Wärmeableitungsrippen ausgeführt, die das Chassis stark vergrößert. Die Wärmeableitungsfläche der Oberfläche ist für Geräte mit großer thermischer Je nach Anwendungsumgebung werden forcierte Kühlmethode wie Luftkühlung und Flüssigkeitskühlung eingesetzt, um eine gute Temperaturumgebung für die elektronischen Geräte im Gehäuse bereitzustellen.

Das Salzbadlöten hat eine hohe Produktionseffizienz, eine gute Gleichmäßigkeit der Ofentemperatur, eine hohe Temperaturstabilität beim Schweißen und eine gleichmäßige Wärmeübertragung. Das geschmolzene Flussmittel hat eine starke Reinigungswirkung auf die Oxide des Werkstücks, und das Phänomen des Kornwachstums ist nicht signifikant. Nagelschweißprozess Das mittelflüssige Medium isoliert die Luft, um die Oxidation des Werkstücks zu vermeiden. Das Lot hat eine gute Fließfähigkeit, eine hohe Schweißnahtfestigkeit, eine schöne und volle Form und eine hohe Schweißeffizienz. ATR-Chassis hat im Allgemeinen eine Schwenkstruktur. Die Teile von die Chassis sind miteinander verzahnt und der Schweißbereich ist groß. Während des Schweißprozesses ist das Chassis leicht zu verformen, das Lot leicht zu verlieren und die Luftdichtheit ist nicht einfach, um den Engpass des Schweißprozesses zu gewährleisten.



Tauchlöten in geschmolzenem Lot

1—Geschmolzenes Lot

2—Schweißteile

4 Einer möglichen Lösung

4.1 Die Auswahl eines geeignetes Beispielteils

Als Beispielteil wähle ich niedriglegierten Stahl.

Niedriglegierter Stahl wird häufig bei der Herstellung von Baumaschinen, Schiffen, Brücken, Hochhäusern, Kesseln und Druckbehältern, Strom und verschiedenen Fahrzeugen verwendet.

1) Stärke

Die Streckgrenze der Stahlkonstruktion bestimmt die Belastung, der die Konstruktion ohne bleibende Verformung standhalten kann. Die Mindeststreckgrenze eines typischen Kohlenstoffbaustahls beträgt 235 MPa. Die Mindeststreckgrenze eines typischen niedriglegierten hochfesten Stahls beträgt 345 MPa. Die Verwendung von niedriglegiertem hochfestem Stahl erlaubt daher entsprechend dem proportionalen Verhältnis seiner Streckgrenze eine 1,4-mal höhere Spannung als die von Kohlenstoffbaustahl.

Im Vergleich zu Baustahl aus Kohlenstoff kann die Verwendung von niedrig legiertem hochfestem Stahl die Größe von Strukturteilen reduzieren und das Gewicht reduzieren. Es ist zu beachten, dass bei Bauteilen, die gebogen werden können, die zulässige Spannung korrigiert werden muss, um die Robustheit der Struktur zu gewährleisten. Manchmal werden niedriglegierte hochfeste Stähle als Ersatz für Kohlenstoffbaustahl verwendet, ohne die Querschnittsgröße zu ändern, um eine stärkere und haltbarere Struktur ohne Gewichtszunahme zu erhalten.

2) Schweißleistung

Da bei der Herstellung und Bearbeitung von Stahlkonstruktionen häufig Schweißverfahren eingesetzt werden, ist es sehr wichtig, dass niedriglegierte hochfeste Stähle dieser Art durch Lichtbogenschweißverfahren geschweißt werden, die in der Dicke von dünnen Blechen und Stahlbändern weit verbreitet sind. Es ist auch sehr wichtig, dass die Schweißnaht der hergestellten Stahlkonstruktion die erforderliche Festigkeit und Zähigkeit aufweist, um den ungünstigsten Bedingungen für den vorgesehenen Verwendungszweck standzuhalten.

Gegenwärtig laufen die Entwicklung niedriglegierter hochfester Stähle und die Entwicklung verschiedener Schweißverfahren parallel, wobei besonderes Augenmerk darauf gelegt werden muss, dass diese Stähle ein einwandfreies Schweißverhalten aufweisen können. Bei richtiger Schweißung lassen sich die meisten niedriglegierten hochfesten Stähle gut schweißen. Bei Großprofilstählen und Güten mit höherem Kohlenstoff- und Mangangehalt sind Vorwärm- oder wasserstoffarme Elektroden erforderlich. Unabhängig von der Dicke einiger niedriglegierter hochfester Stähle sollten sauerstoffarme Elektroden verwendet werden.

3) Korrosionsbeständigkeit

Bei der Verwendung von niedriglegiertem hochfestem Stahl ist es wünschenswert, seine hohe Festigkeit zu nutzen und dünnere Profile zu verwenden, um nicht nur Gewicht zu sparen, sondern auch möglichst wirtschaftlich zu sein. Der Faktor Korrosion muss jedoch vollständig berücksichtigt werden: Je dünner das Stahlprofil, desto mehr Aufmerksamkeit sollte dem Korrosionsschutz geschenkt werden. Der Korrosionsschutz jeder Stahlkonstruktion wird im Allgemeinen durch Aufbringen einer Korrosionsschutzschicht auf eine ordnungsgemäß vorbereitete Oberfläche und durch den Schutz der Korrosionsschutzschicht erreicht.

Einige niedriglegierte hochfeste Stähle haben eine gute atmosphärische Korrosionsbeständigkeit, die nicht nur die Wirkung von Korrosionsschutzbeschichtungen verbessern kann, sondern in einigen Fällen entsprechende Vorkehrungen trifft und sogar ohne Beschichtung in der Atmosphäre verwendet werden kann. Die Elemente, die die atmosphärische Korrosionsbeständigkeit verbessern, sind Kupfer, Phosphor, Silizium, Chrom, Nickel und Molybdän. Die ausgezeichnete atmosphärische Korrosionsbeständigkeit einiger niedriglegierter hochfester Stähle hat zu neuen Konzepten bei der Gestaltung von Gebäuden, Brücken und anderen Bauwerken geführt, d.h. diese Bauwerke werden mit entsprechenden freiliegenden Bauteilen aus niedriglegierten hochfesten Stärke Stahl.

Blanker Stahl bildet während der ersten Monate der atmosphärischen Korrosion bei normaler Atmosphärenbelastung einen dichten schützenden Oxidfilm. Manchmal entscheiden sich Architekten für blanke Stahlkonstruktionen, weil sie den Anschein einer gleichmäßigen atmosphärischen Oxidation auf der Stahloberfläche erhoffen, und manchmal sollen sie die Schutzbeschichtung aus wirtschaftlichen Gründen sparen. Um diese niedriglegierten hochfesten Stähle im blanken Zustand verwenden zu können, muss bei der Konstruktion berücksichtigt werden, dass die Oberfläche des Stahls für längere Zeit nicht benetzt werden kann, und es sollte besonderes Augenmerk auf die besondere atmosphärische Umgebung gelegt werden, um sicherzustellen, dass die Korrosionsrate des Stahls ist unter dieser Bedingung zulässig.

4.2 Schweiß Eigenschaften

Bei niedriglegierten Stählen sind die Oxide an der Oberfläche des Werkstoffs bei relativ geringen Legierungselementen im Wesentlichen Eisenoxide, wobei der niedriglegierte Stahl zu diesem Zeitpunkt die gleichen Löteigenschaften wie Kohlenstoffstahl aufweist. Wenn die enthaltenen Legierungselemente zunehmen, insbesondere die Elemente, die leicht stabile Oxide bilden, wie Al und Cr, verschlechtern sich die Löteigenschaften von niedriglegiertem Stahl. In diesem Fall sollte ein aktiveres Flussmittel oder ein niedrigerer Taupunkt verwendet werden. Niedrige Abschirmung Gas zum Löten.

1) Härtungsneigung der Wärmeeinflusszone

Während des Kühlprozesses nach dem Schweißen treten wahrscheinlich spröde Strukturen mit geringer Plastizität in der Wärmeeinflusszone auf. Diese Struktur ist anfällig für wasserstoffinduzierte Risse, wenn die Menge an in die Schweißnaht diffundiertem Wasserstoff hoch ist und die Verbindung relativ eingeschränkt ist.

Das Kohlenstoffäquivalent von Stahl ist der Hauptfaktor, der die Härtungsneigung der Wärmeeinflusszone bestimmt. Je höher das Kohlenstoffäquivalent ist, desto stärker neigt der Stahl zum Härten. Die Abkühlzeit von 800-500°C (normalerweise ausgedrückt als $t_{8/5}$) in der überhitzten Zone der Wärmeeinflusszone während des Schweißens ist ein weiterer wichtiger Parameter. Je höher die Abkühlgeschwindigkeit, desto höher der Härtegrad der Wärmeeinflusszone. Schweißverfahren, Blechdicke, Nahtform, Schweißspezifikation und Vorwärmtemperatur bestimmen die Größe von $t_{8/5}$.

Unter den Schweißverbindungen ist der Härtewert der Wärmeeinflusszone am höchsten. Zur Messung des Härtegrades wird in der Regel die höchste Härte der Wärmeeinflusszone verwendet.

2) Kälterissanfälligkeit

Die beim Schweißen von niedriglegierten hochfesten Stählen auftretenden Risse sind hauptsächlich Kaltrisse. Daher muss der Vermeidung von Kaltrissen beim Schweißen ausreichend Aufmerksamkeit geschenkt werden. Je höher das Festigkeitsniveau des Stahls, desto größer die Verhärtungstendenz und desto größer die Kaltrissemempfindlichkeit. Der Entstehungsmechanismus von Kaltrissen ist ein relativ kompliziertes Phänomen und wurde eingehend untersucht. Gegenwärtig glauben die meisten Menschen, dass die drei Hauptfaktoren, die Kaltrisse erzeugen, folgende sind:

(1) Wenn die Schweißnaht nach dem Erstarren abgekühlt wird, weil der Kohlenstoffgehalt der Schweißnaht im Allgemeinen niedriger ist als der des Grundmetalls, wird der Austenit der Schweißnaht früher als der Grundmetall in Ferrit umgewandelt. Zu diesem Zeitpunkt nimmt die Löslichkeit von Wasserstoff stark ab, und viel Wasserstoff Diffusion in die Wärmeeinflusszone des noch austenitischen Grundmetalls Aufgrund der geringen Diffusionsgeschwindigkeit von Wasserstoff im Austenit bildet sich in der Nähe der Schmelzzone eine wasserstoffreiche Zone Wasserstoffgehalt, desto größer ist die Kaltrissemempfindlichkeit.

(2) In der Wärmeeinflusszone der Hysterese-Phasenumwandlung wird Austenit zu Martensit in eine gehärtete Struktur umgewandelt. Wasserstoff verbleibt in einem übersättigten Zustand im Martensit und diffundiert nach und nach und sammelt sich in den Spannungskonzentrationsbereichen wie Gitterdefekten Metallverbundfestigkeit wird verringert oder Versprödung. Je größer die Härtebarkeitstendenz von Stahl ist, desto größer ist die Kaltrissemneigung.

(3) Je größer die Steifigkeit der Struktur ist, desto größer ist die Zwangsspannung, die durch die Erwärmung während des Schweißens verursacht wird. Gleichzeitig bildet die Spannung des Wärmeeinflusszonen-Umwandlungsgefüges den Spannungszustand für Kaltrisse. Je größer die Schweißspannung, desto größer die Empfindlichkeit gegenüber Kaltrissen.

Kaltrisse entstehen in der Regel beim Abkühlen nach dem Schweißen, können aber auch mehrere Minuten oder Tage nach dem Schweißen auftreten und haben einen verzögerten Charakter, der als Diffusion von Wasserstoff aus dem Schweißgut in die gehärtete Zone des Wärmeeinflusses verstanden werden kann. Der kritische Wert ist die Zeit. Beim Punktschweißen treten aufgrund der schnellen Abkühlgeschwindigkeit anfällig für Kaltrisse auf, daher muss besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

3) Rissneigung beim Wiedererhitzen

Beim Schweißen von dickwandigen Druckbehältern und anderen Konstruktionsteilen ist nach dem Schweißen eine Spannungsarmglühbehandlung erforderlich, bei Stählen mit Legierungselementen wie Chrom, Molybdän, Vanadium, Titan, Niob usw. in der Grobkornzone produzieren interkristalline Risse. Manchmal tritt es nicht nur während des Wärmebehandlungsprozesses auf, sondern auch während der Verwendung von Hochtemperaturheizung nach dem Schweißen. Beim Schweißen solcher hochfester niedriglegierter Stähle ist darauf zu achten, dass Wiedererwärmungsrisse vermieden werden. Die wichtigsten Maßnahmen zur Vermeidung von Wiedererwärmungsrisen bestehen darin, möglichst wärmerissunempfindliche Werkstoffe zu wählen, Schweißwerkstoffe mit geringerer Festigkeit zu wählen, die Vorwärmtemperatur und den Schweißwärmeeintrag zu erhöhen und die Spannungskonzentration in Schweißverbindungen zu minimieren.

4) Lamellenriss

Großflächige Dickblechbauteile, insbesondere T-Stöße, Kehlnähte, liegen aufgrund der lamellaren Seigerung (hauptsächlich MnS), Anisotropie und anderen Fehlern, die beim Walzen des Grundwerkstoffs entstehen, in der Wärmeeinflusszone oder weit entfernt Risse, die parallel zur Oberfläche des Stahlblechs im Grundwerkstoff trapezförmig verlaufen, werden als Lamellenriss bezeichnet. Beim Schweißen von Kehlnähten von großen Stahlblechen ist darauf zu achten, dass in Materialauswahl und Technologie ein flächiges Einreißen vermieden wird.

5) Verflüssigungsriss

Verflüssigungsriss stellen eine Art von Heißrisen dar. Beim Schweißen einiger niedriglegierter hochfester Stähle kann es zu Verflüssigungsrissen kommen, hauptsächlich aufgrund des hohen Gehalts an Verunreinigungen (wie S, P und Si usw.) Grundmaterial, das geringe Intergranularität bilden kann Schmelzpunkt-Verbindungseinschlüsse (Eutektikum oder Verbindung). Aufgrund der hohen Temperatur beim Schweißen kommt es durch die interkristalline Verflüssigung im

Nahtbereich in Verbindung mit der beim anschließenden Abkühlen auftretenden Schweißspannung zu interkristalliner Rissbildung.

4.3 Fett auf Stahloberfläche entfernen

Es gibt mehrere Möglichkeiten, Fett auf der Stahloberfläche zu entfernen: Wischen und Waschen mit organischen Lösungsmitteln/Reinigen in organischen Lösungsmitteldämpfen, Laugenreinigung, elektrochemisches Entfetten und Ultraschallreinigung. Zur Reinigung verwende ich organische Lösungsmittel.

Der Vorteil des Entfettens und Reinigens mit organischen Lösungsmitteln besteht darin, dass es eine starke Fähigkeit zum Auflösen von Fett und eine hohe Flüchtigkeit aufweist. Daher müssen die Teile nach der Reinigung im Allgemeinen nicht getrocknet werden und das Reinigen und Entfetten kann bei Raumtemperatur durchgeführt werden.

Üblicherweise verwendete organische Lösungsmittel sind Ethanol, Aceton, Benzin, Tetrachlorkohlenstoff, Trichlorethylen, Dichlorethan und Trichlorethan. Zur gezielten Entfettung können die Teile zum Einweichen direkt in ein flüssiges organisches Lösungsmittel oder zum Reinigen in den Dampf eines organischen Lösungsmittels gelegt werden.

Ich entschied mich für die Dampfwaschmethode, um Fett von der Stahloberfläche zu entfernen. Das Dampfwaschverfahren besteht darin, ein organisches Lösungsmittel auf den Boden eines geschlossenen Behälters zu füllen, und das Werkstück wird an das organische Lösungsmittel gehängt. Das organische Lösungsmittel wird erhitzt und der Lösungsdampf kondensiert zu einer Flüssigkeit auf der Oberfläche des Werkstücks und löst das Fett auf und tropft zusammen mit dem Fett in den Lösungsmittelbehälter, um das Fett auf der Oberfläche des Werkstücks zu entfernen.

4.4 Oxidfilm auf der Stahloberfläche entfernen

Beim Lötprozess ist das Entfernen des Oxidfilms auf der Oberfläche des Grundwerkstoffs die Grundvoraussetzung dafür, dass das flüssige Hartlot den Grundwerkstoff gut benetzt und die Lötverbindung erfolgreich schließt. Die Dicke des Oxidfilms auf der Metalloberfläche ist oft ungleichmäßig. Im Allgemeinen ist der Film an der Korngrenze dicker und das Zentrum des Korns ist dünner. Die Lage des Oxidfilms auf der Legierungsoberfläche ist komplizierter: Die Komponenten in der Legierung, die die Oberflächenenergie reduzieren, und die sauerstoffphilen Komponenten werden weiterhin an die Oberfläche diffundieren und an der Bildung des Oberflächenoxidfilms teilnehmen, wodurch die Situation des Oxidfilms der Legierungsoberfläche komplizierter wird.

Um eine gute Lötverbindung zwischen den Grundwerkstoffen zu erreichen, muss der Oxidfilm auf

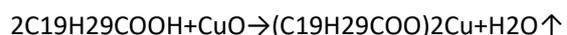
der Oberfläche des Grundwerkstoffs entfernt werden, um eine gute Benetzung und Füllung des flüssigen Lots auf der Oberfläche des Grundwerkstoffs zu gewährleisten, und dann die Verbindung herstellen. Die Entfernung des Oxidfilms auf der Metalloberfläche kann normalerweise in zwei Schritten erfolgen, der erste besteht darin, den Film vor dem Lötens zu entfernen, und der zweite besteht darin, den Film während des Lötens zu entfernen. Die sogenannte Filmentfernung vor dem Lötens bezeichnet eine bestimmte Methode, um den Oxidfilm und Ölflecken auf der Oberfläche des Grundmaterials vor dem Lötens zu entfernen. Die am häufigsten verwendete Methode ist die chemische Reinigung. Nur die Reinigung vor dem Lötens genügt jedoch bei weitem nicht den Anforderungen des Lötens, da sich während des Lager- und Lötprozesses nach der Reinigung wieder ein dünner Oxidfilm auf der Oberfläche des Grundmaterials und des Lötzusatzes bildet. Daher müssen beim Lötens eine gewisse Oxidschichtentfernung und entsprechende Schutzmaßnahmen getroffen werden.

Ich entschied mich für Flussmittel auf Kolophoniumbasis, um den Oxidfilm auf der Stahloberfläche zu entfernen. Kolophonium ist ein Naturharz mit einer hellgelben Farbe und einem besonderen Geruch, das in Alkohol, Aceton, Glycerin, Benzol und anderen organischen Lösungsmitteln löslich ist, jedoch in Wasser unlöslich ist. Kolophonium ist eine Mischung aus mehreren Verbindungen, und die Zusammensetzung variiert mit der Quelle des Rohstoffs. Ungefähr 70~80% der Zusammensetzung sind Kolophoniumsäure, 10~15% sind D-Pilotininsäure und L-Pilotininsäure.

Kolophoniumsäure (auch bekannt als Kolophoniumsäure) ist ein heterozyklisches Dien mit einem Schmelzpunkt von 174°C, und bei 300°C findet eine molekulare Umlagerung statt, um neue Kolophoniumsäure zu bilden. Der Schmelzpunkt von neuer Kolophoniumsäure beträgt 169°C, und weiteres Erhitzen führt zu einer Disproportionierung zu Pyrorosinsäure. d-Pimarsäure stellt eine weitere ursprüngliche Kolophoniumstruktur dar. Es ist ein nicht-konjugiertes Dien mit einem Schmelzpunkt von 219°C. l-pinaceous Säure ist eine andere Struktur von Kolophonium. Es ist ein homozyklisches Dien mit einem Schmelzpunkt von 152 °C.

Hochreines Kolophonium kann durch Erhitzen des Kolophoniums zum Verdampfen und anschließendes Kondensieren des Kolophoniumdampfes erhalten werden. Dieses hochreine Kolophonium wird allgemein als wasserweißes Kolophonium bezeichnet. Um die Aktivität des Kolophoniumflussmittels zu verbessern, kann dem Kolophonium ein Aktivator zugesetzt werden, der ein aktiviertes Kolophoniumflussmittel darstellt.

Kolophonium wird als Flussmittel verwendet, da Kolophoniumsäure mit Metalloxiden wie Kupferoxid reagieren kann, um Metallverbindungen wie Kolophoniumkupfer herzustellen:



Kolophoniumkupfer ist eine grüne, durchscheinende, Kolophonium-ähnliche Substanz, die sich leicht mit nicht reagiertem Kolophonium mischen lässt und eine blanke Kupferoberfläche für das Lot zum Benetzen hinterlässt. Kolophoniumsäure reagiert nicht mit reinem Kupfer, daher gibt es kein Korrosionsproblem.

4.5 Lötmaterial beim Löten von Stahl

4.5.1 Lot

Das Löten von niedriglegiertem Stahl umfasst Weichlöten und Hartlöten. Ich entscheide mich für Hartlöten.

Beim Löten von Kohlenstoffstahl und niedriglegiertem Stahl werden hauptsächlich Reinkupfer, Kupfer-Zink- und Silber-Kupfer-Zink-Hartlote verwendet. Reines Kupfer hat einen hohen Schmelzpunkt und oxidiert beim Löten leicht das Grundmaterial und wird hauptsächlich zum Schutzgaslöten und Vakuumlöten verwendet. Es sollte jedoch beachtet werden, dass der gelötete Verbindungsspalt weniger als 0,05 mm betragen sollte, um das Problem zu vermeiden, dass der Verbindungsspalt aufgrund der guten Fließfähigkeit von Kupfer nicht gefüllt werden kann. Die mit reinem Kupfer gelöteten Verbindungen aus Kohlenstoffstahl und niedriglegiertem Stahl haben eine höhere Festigkeit. Im Allgemeinen beträgt die Scherfestigkeit 150-215 MPa und die Zugfestigkeit 170-340 MPa. Im Vergleich zu reinem Kupfer senkt das Kupfer-Zink-Hartlot durch die Zugabe von Zn den Schmelzpunkt des Hartlots. Um das Verdampfen von Zn beim Löten zu verhindern, kann einerseits dem Kupfer-Zink-Lot eine geringe Menge Si zugesetzt werden, andererseits müssen Schnellerhitzungsmethoden wie Flammlöten, Induktionslöten verwendet werden und Tauchlöten. Sowohl Kohlenstoffstahl- als auch niedriglegierte Stahlverbindungen, die mit Kupfer-Zink-Hartlot gelötet sind, weisen eine gute Festigkeit und Plastizität auf. Beispielsweise beträgt die Zugfestigkeit einer mit B-Cu62Zn-Lot gelöteten Kohlenstoffstahlverbindung 420 MPa und die Scherfestigkeit 290 MPa. Der Schmelzpunkt von Silber-Kupfer-Stationslot ist niedriger als der von Kupfer-Zink-Lot, was zum Löten geeignet ist. Dieses Hartlot eignet sich zum Flammlöten, Induktionslöten und Ofenlöten von Kohlenstoffstahl und niedriglegiertem Stahl, jedoch sollte der Zn-Gehalt beim Löten im Ofen so weit wie möglich reduziert und die Aufheizrate erhöht werden. Unter Verwendung von Silber-Kupfer-Zink-Hartlot zum Hartlöten von Kohlenstoffstahl und niedriglegiertem Stahl kann eine Verbindung mit guter Festigkeit und Plastizität erhalten werden.

Als Lot zum Schweißen von niedriglegiertem Stahl wähle ich Silber-Kupfer-Zink-Lot.

Silberhartlot ist derzeit das am häufigsten verwendete Hartlot. Es hat eine hervorragende Prozessleistung, einen geeigneten Schmelzpunkt, eine gute Benetzungs- und Spaltfüllfähigkeit sowie die Festigkeit, Leitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit des Hartlots und der Lötverbindungen, daher wird es häufig zum Löten von kohlenstoffarmem Stahl, Edelstahl, Hochtemperaturlegierungen, Kupfer und Kupferlegierungen, Kovar-Legierungen und feuerfesten Legierungen verwendet. Die ternäre Silber-Kupfer-Zink-Legierung hat ausgezeichnete Eigenschaften. Das Silber-Kupfer-Zink-Lot mit der Modellnummer B-Ag45CuZn ist ein weit verbreitetes Silberlot mit guter Gesamtleistung und seine Zusammensetzung (Massenanteil) beträgt 44,5%~45,5% Silber, 29,5%~30,5% Kupfer, 24,0 % ~ 26,0 % Zink. Seine durchgezogene Linie ist 665 und die flüssige Linie ist 745. Die Löttemperatur beträgt 745 bis 845 und die

Zugfestigkeit des Lötmaterials beträgt 386 MPa. Die Eigenschaften des Hartlots sind niedriger Schmelzpunkt, gute Benetzbarkeit und Nahtfüllfähigkeit, hohe Verbindungsfestigkeit und Vibrationsbelastung. Es eignet sich zum Löten und Schweißen von Kupfer und Kupferlegierungen und Stahl, die glatte und saubere Nähte erfordern und eine hohe Festigkeit aufweisen unter Aufprall und Edelstahlteilen ist die Anwendung ebenfalls recht umfangreich.

4.5.2 Fluss

Das beim Löten verwendete Flussmittel hat drei Funktionen.

- 1) Oxide auf der Oberfläche von Hartlot und Lot entfernen.
- 2) Schützen Sie das Lötmetall und das Lötzusatzmetall, damit sie während des Lötvorgangs nicht oxidiert werden.
- 3) Verbessern Sie die Benetzung des Lötmetalls mit flüssigem Lot.

Es gibt Leistungsanforderungen an das Flussmittel: Es hat genügend Fähigkeit, den Oberflächenoxidfilm aufzulösen oder zu zerstören. Der Schmelzpunkt und die minimale aktive Temperatur sind niedriger als der Schmelzpunkt des Lots. Hat eine gute thermische Stabilität. Im Löttemperaturbereich ist die Viskosität gering und die Fließfähigkeit gut. Die Dichte ist geringer als die von geschmolzenem Lot. Flussmittel und Rückstände sind nicht stark korrosiv. Die Rückstände lassen sich leicht entfernen.

Das Flussmittel besteht hauptsächlich aus drei Teilen.

- 1) Überzugsmittel: Beim Löten bildet sich ein dichter Flüssigkeitsfilm, der die Oberfläche des Lots und des Hartlots bedeckt. Dies ist die Grundzusammensetzung des Flussmittels, und das Abdeckmittel verwendet oft Boride und Chloride.
- 2) Filmentferner: löst den Oxidfilm auf der Oberfläche von Hartlot und Lot. Üblicherweise verwendete Alkalimetalle und Alkalimetallchloride.
- 3) Wirkstoff: Wird verwendet, um das Flussmittel zu aktivieren, um die Auflösung von Chlorid zu beschleunigen und die Benetzung des Lots auf dem Hartlot zu verbessern. Häufig verwendete Zinkchlorid und Borsäure usw.

Als Flussmittel wird Borsäure gewählt, da Borsäure leicht mit Eisenoxiden zu leicht löslichem Borat reagiert, das in die zu reinigenden Abfallreste gelangt.

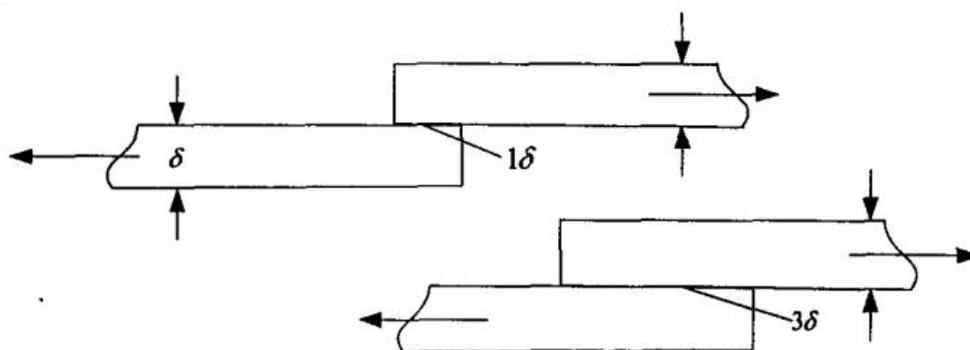
4.6 Fugendesign

4.6.1 Steckerausführung

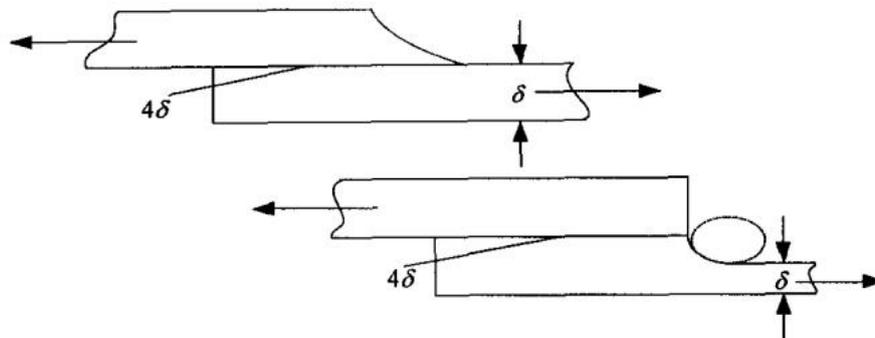
Die gelötete Verbindung ist eine der Schlüsselkomponenten der gelöteten Struktur, und ihre Leistung steht in direktem Zusammenhang mit der Leistung und Sicherheit der gelöteten Struktur. Um die Qualität des Produkts zu gewährleisten und die Sicherheit und Zuverlässigkeit der gelöteten Struktur zu verbessern, insbesondere wenn die Vakuumlötlöstechnologie zur Herstellung wichtiger und komplexer Strukturen erforderlich ist, erforschen und beherrschen Sie die Konstruktionsprinzipien von gelöteten Verbindungen, um die Leistung zu verbessern von Gelenken und Konstruktionen. , Es wird eine Aufgabe von großem praktischem Wert und theoretischer Bedeutung.

Beim Löten von niedriglegiertem Stahl verwende ich die gelötete Verbindungsform der Überlappungsverbindung.

Überlappungsverbindungen sind die grundlegende Verbindungsart für Lötverbindungen. Bei Überlappungsverbindungen kann die Festigkeit der Verbindung durch die Änderung des Überlappungsbereichs der Festigkeit des schwächeren Teils angeglichen werden, selbst wenn ein Hartlot mit geringerer Festigkeit verwendet wird oder eine geringe Anzahl von Fehlern vorhanden ist der Verbindung kann die Festigkeit der Verbindung verbessert werden. Die Festigkeit ist gleich der Festigkeit des schwächeren Teils. Normalerweise muss der überlappte Teil mindestens dreimal so dick sein wie der schwächere Teil, um die maximale Verbindungseffizienz zu erzielen.



Bei hoher Beanspruchung der Fugestelle kann dies durch die Bearbeitung von Lichtbögen in den Fügeteilen erreicht werden. Verteilen Sie die Last gleichmäßig auf das Grundmetall, um eine Spannungskonzentration zu vermeiden.



4.6.2 Fugenspaltgestaltung

Ein weiterer wichtiger Teil der Lötverbindungskonstruktion ist die Wahl des Lötspalts. Der Lötspalt bezieht sich auf den Montagespalt zwischen den Oberflächen der Schweißkonstruktion bei der Löttemperatur. Die Größe des Lötspaltes bestimmt nicht nur in hohem Maße die Leistungsfähigkeit der Lötverbindung, sondern beeinflusst auch direkt die Schwierigkeit des Lötprozesses. Beim Vakuumlöten von Kupfer und Edelstahl ist es aufgrund der unterschiedlichen Wärmekapazität und des linearen Ausdehnungskoeffizienten der beiden Materialien schwierig, den Lötspalt zu bestimmen. Neben der Auswahl von Loten auf Kupferbasis und Zinnbasis, die beide benetzen können, sollte der Einfluss des Fügspalts auf die Lötqualität sorgfältig berücksichtigt und ein geeigneter Lötspalt formuliert werden.

Während des Lötprozesses beeinflusst die Größe des Lötspaltes den kapillaren Füllprozess des Lotes, den Grad der Wechselwirkung zwischen Lot und Grundmetall und den Prozess des plastischen Fließens bei Belastung der Lotgoldschicht. Das Ergebnis der gemeinsamen Wirkung dieser Faktoren wird unweigerlich die Qualität und Leistung von Lötverbindungen stark beeinflussen und sogar direkt den Erfolg oder Misserfolg des Lötprozesses bestimmen.

Der Lötspalt ist zu groß, die Kapillarwirkung lässt nach oder verschwindet sogar, der Lötzusatz kann den Spalt nur schwer füllen, die Legierungswirkung des Lötzusatzes und des Grundwerkstoffs wird verringert oder es entsteht eine harte und spröde intermetallische Verbindungsphase erzeugt, was zu einer Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften der Verbindung führt. Insbesondere bei Werkstücken mit offenen Enden der Verbindung und der Lötnaht in vertikaler Richtung, wenn die Spannung zwischen dem Lötmaterial und der Oberfläche des Teils geringer ist als die Schwerkraft des Lötmaterials, kann das flüssige Lötmaterial nicht

selbsterhaltend sein und gehen im Spalt verloren und können keine Schweißnaht bilden. Wenn der Lötspalt zu klein ist, behindert er das Einfüllen des Lötzusatzes, insbesondere bei eutektischem oder einelementigem Lötzusatz, und es ist sogar schwierig, eine Lötverbindung mit hoher Eindringrate zu bilden.

Beim Löten von niedriglegierten Stählen ist es erforderlich, dass der Lötspalt so klein wie möglich ist, ohne die Füllstofffüllung zu behindern. Bei kleinem Spalt entsteht eine dichte Lötnaht, hauptsächlich Mischkristallgewebe, der Spalt wird vergrößert und in der Mitte der Lötnaht bilden sich intermetallische Verbindungen.

Außerdem ist die Einhaltung eines kleinen Lötspaltes nicht nur förderlich für das Fließen des Lots, sondern verringert auch die beim Erstarren des Lots gebildeten Hohlräume oder Schrumpfungen und ist auch förderlich für das Legieren des Lots und des Grundmetalls. Noch wichtiger ist, dass, wenn das Hartlot in dem engen Spalt durch Wärme plastisch verformt wird, es durch das umgebende Grundmetall begrenzt wird und in der Verbindung eine komplexe Körperspannung gebildet wird, die die Festigkeit der Verbindung stark erhöht.

Aufgrund der Wärmeausdehnung des Metalls kann der tatsächliche Lötspaltwert bei Löttemperatur von der Größe während der Montage abweichen. Bei der Konstruktion von Lötverbindungen muss die beim Löten auftretende Dehnung vorhergesagt und bei der Bestimmung des Montagespaltes ausgeglichen werden.

Die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Änderung des Lötspaltes beim Löten sind der Wärmeausdehnungskoeffizient des Grundwerkstoffs und das Erwärmungsverfahren. Beim Löten des gleichen Materials das zu schweißende Werkstück gleichmäßig erwärmen, und der Spalt ändert sich unter normalen Umständen nicht wesentlich. Bei Teilen mit unterschiedlichen Materialien und unterschiedlichen Querschnitten kann sich der Lötspalt während des Erwärmungsprozesses stark verändern. Besonders bei Muffenverbindungen hat der Unterschied im Wärmeausdehnungskoeffizienten des Grundwerkstoffs den größten Einfluss. Wenn der Werkstoff mit großem Wärmeausdehnungskoeffizienten den Werkstoff mit kleinem Wärmeausdehnungskoeffizienten von außen umgibt, wird der ursprüngliche Montagespalt bei Löttemperatur größer; wenn der Werkstoff mit kleinem Wärmeausdehnungskoeffizienten den Werkstoff mit einem großen Wärmeausdehnungskoeffizienten umgibt, wird der ursprüngliche Montagespalt kleiner.

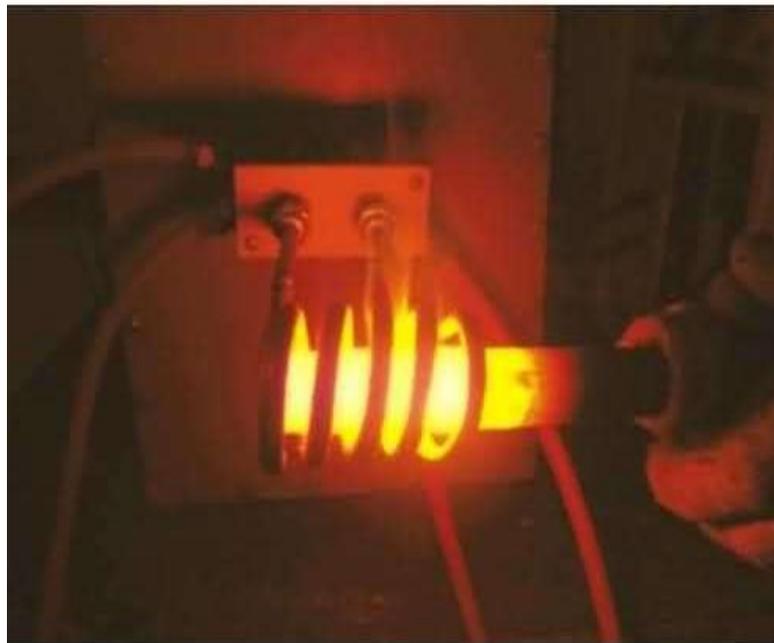
Beim Löten von niedriglegierten Stahlteilen sollte die Schweißvorrichtung so eingestellt werden, dass die Temperatur der beiden zu schweißenden Werkstücke gleichmäßig ist. Berücksichtigen Sie den großen Unterschied in der Wärmeleitfähigkeit von Teilen aus niedriglegiertem Stahl und stellen Sie die Heizelektrode nahe an der Seite des Edelstahlwerkstücks.

4.7 Lötverfahren

Beim Schweißen von niedriglegiertem Stahl verwende ich Induktionslötten.

Die Induktionserwärmung kann selektiv durchgeführt werden, so dass der Anwender bei geringem Montageaufwand arbeiten kann oder das Werkstück nicht als Ganzes erwärmen kann. Die Temperatur des Induktionslötens wird in der Regel innerhalb weniger Sekunden erreicht, wodurch seine hohe Produktivität erreicht wird.

Induktionserwärmung verwendet ein Magnetfeld, um einen Widerstand zum Erwärmen des Grundmaterials zu erzeugen. Metalleisen ist magnetisch, hat einen hohen elektrischen Widerstand und erwärmt sich viel schneller und leichter als Kupfer. Alle Metalle können induktiv gelötet werden. In den letzten Jahren wurden die komplexen Schmiede- und Stanzprozesse so umgestaltet, dass sie eine Serienfertigung ermöglichen; diese neuen Konstruktionen sind der Hauptfaktor zur Kostensenkung.



Induktionslötten hat viele Vorteile.

Die Wahl des Induktionsstroms als Wärmequelle und die vollständige Nutzung der lokalen Erwärmungsmethode zum Erwärmen des Werkstücks kann in der Regel die Leistungsänderung des Bauteils reduzieren. Die Wahl dieser Erwärmungsmethode kann in der Regel die Verformung des Werkstücks reduzieren und das mögliche Verbrennen des Werkstücks eliminieren um das Gelenk.

Präzise Heizsteuerung und ein präziser und stabiler Prozesszyklus sorgen für eine glatte, glatte und gleichmäßige Verbindung.

Die Heizgeschwindigkeit ist schnell.

Flexibler Anschluss kann die Anforderungen des vorderen Schweißkopfes während der Bewegung des Werkstücks erfüllen

Kann Spannerwerkzeuge reduzieren und vereinfachen

Wenn die Leistung nicht hoch ist und ein fertiger Induktionsgenerator vorhanden ist, kann auch ein einfacher Induktor aus Kupferrohr sehr wirtschaftlich sein, um den Induktionslötvorgang abzuschließen.

Das Grundprinzip der Induktionserwärmung: Wenn ein Leiter (Spule am Adapter) einen Strom durchlässt, wird um ihn herum ein Magnetfeld erzeugt. Wenn ein Wechselstrom durch die Induktionsheizspule fließt, wird ein magnetisches Wechselfeld innerhalb und um die Spule herum erzeugt. Während der Induktionserwärmung werden die Teile durch die magnetischen Linien des magnetischen Wechselfeldes geschnitten. Gemäß der Theorie des elektromagnetischen Feldes erzeugt das sich ändernde Magnetfeld eine induzierte elektromotorische Kraft, die auf der Oberfläche des Teils eine geschlossene Stromschleife bildet. Strom wird normalerweise als Wirbelstrom bezeichnet. Induktionserwärmung ist hauptsächlich durch den Wirbelstrom erzeugt. Wärme im Inneren des Werkstücks, so dass das Werkstück erwärmt wird.

Beim Schweißen hat sich die Induktionserwärmung als wertvolle Hilfe erwiesen. Es ermöglicht eine schnelle lokale Erwärmung, um hochfeste Bauteile mit minimalem Festigkeitsverlust zu verbinden. Eine genaue Heizungssteuerung kann ein kontinuierliches Schweißen effektiv durchführen. Die Anpassbarkeit der Induktionserwärmung an die Produktionslinie ermöglicht eine gezielte Montage des Werkstücks, bei Bedarf kann es auch erwärmt und per elektronischer Fernbedienung gesteuert werden.

4.8 Aufräumen nach dem Löten

Die meisten Flussmittelrückstände korrodieren die Lötstellen und behindern auch die Inspektion der Lötstellen, sodass sie entfernt werden müssen.

Der Kolophonium enthaltende aktive Flussmittelrückstand kann mit organischen Lösungsmitteln wie Isopropanol, Alkohol, Trichlorethylen entfernt werden.

Das Flussmittel aus organischer Säure und Salz ist im Allgemeinen wasserlöslich und kann mit heißem Wasser gewaschen werden. Das Flussmittel aus anorganischer Säure ist wasserlöslich und kann daher mit heißem Wasser gewaschen werden. Das Flussmittel, das Alkali- und Erdalkalichloride (wie Zinkchlorid) enthält, kann mit 2%iger Salzsäurelösung gewaschen werden.

Zum Löten verwendete Borax- und Borsäure-Flussmittelrückstände sind grundsätzlich wasserunlöslich und schwer zu entfernen und werden in der Regel durch Sandstrahlen entfernt. Eine bessere Methode besteht darin, das gelötete Werkstück in heißem Zustand in Wasser zu legen, damit die Flussmittelrückstände geknackt und leicht entfernt werden können.

Nach dem Löten des niedriglegierten Stahls habe ich die physikalische Methode des Sandstrahlens verwendet, um die nach dem Löten entstandenen Rückstände zu entfernen.

Sandstrahlen ist ein Verfahren zum Reinigen der Oberfläche durch einen Strahl von abrasivem Material, der mit hoher Geschwindigkeit durch eine Düse getrieben wird. Dieses Verfahren hat sich als modernes Verfahren der industriellen Oberflächenbehandlung herausgestellt und hat sich als das wirtschaftlichste und effektivste erwiesen.

Literaturverzeichnis

[1] Xue Songbai und Gu Wenhua Hrsg. Fragen und Antworten zur Hartlöttechnologie, China Machinery Industry Press, 2007,1

[2] Zou Xi, herausgegeben von der Beihang University, Brazing (zweite Auflage), China Machinery Industry Press, 2006.9

[3] Herausgegeben von Peng Youlu, Schweißtechnik, People's Communications Press, 2008.9

[4] Yin Shike, praktisches Grundwissen über Schweißwerkstoffe, Chemical Industry Press, 2005.6

[5] Herausgegeben von Zhao Yue et al., Brazing Technology and Application, Chemical Industry Press, 2005.6

[6] Herausgegeben von Cheng Daxian et al., Mechanical Design Manual, Vierte Auflage (Band 1), Chemical Industry Press, 2002.1

[7] Herausgegeben von Chen Yunxiang, Welding Technology, Machinery Industry Press, 2006.1

[8] Herausgegeben von Liu Yunlong, Handbuch für Schweißtechniker, Mechanical Industry Press, 2005.1