

Schweißen kaltzäher Stähle ($\leq -60\text{ °C}$)

1. Allgemeines

Kaltzähigkeit ist die Eignung von Werkstoffen für den Einsatz bei tiefen Temperaturen. Für den Bereich der Stahlwerkstoffe versteht man im Allgemeinen darunter den Nachweis einer hinreichenden Kerbschlagzähigkeit bei -60 °C und darunter.

Kaltzähe Stähle werden in zunehmendem Maße für Anlagen zur Gasverflüssigung sowie zum Transport und zur Lagerung flüssiger Gase verwendet. Im Wesentlichen kann man diese Stähle wie folgt einteilen:

- Unlegierte und niedriglegierte Tieftemperaturstähle
- Nickelstähle mit 1,5 bis 3,5% Ni (bis -105 °C)
- Nickelstähle mit 5 bis 9% Ni (unter -100 °C bis -196 °C)
- Austenitische CrNi- und CrNiMo-Stähle

Die wichtigsten kaltzähren Stähle für den Tieftemperatureinsatz (bei -60 °C und tiefer) sind im Schweißweiser E enthalten, der eine Auswahl der geeigneten Schweißzusätze ermöglicht. Die härtesten schweißbaren Feinkornstähle für den Einsatz bei Temperaturen bis -50 °C werden in den Abschnitten B und D behandelt.

Bitte beachten: Dieser Abschnitt enthält nur für ausgewählte Produkte eine Produktbeschreibung der Schweißzusätze. Die anderen im Schweißweiser genannten Schweißzusätze sind in anderen Abschnitten beschrieben (siehe: Beschreibung Abschnitt / Seite).

2. Schweißen der kaltzähren Nickelstähle

Bei Ni-Stählen bis ca. 3 % Ni kann ein artgleicher Schweißzusatz verwendet werden. Bei höheren Nickelanteilen ist wegen der Gefahr der Heißrissbildung kein artgleicher Schweißzusatz einsetzbar, es wird mit überlegierten austenitischen bzw. Nickelbasis-Schweißzusätzen gearbeitet.

Wird austenitisch geschweißt, ist bei Temperaturwechselbeanspruchung wegen der auftretenden Dilatationsspannungen (unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten) mit Ermüdungserscheinungen der Verbindung zu rechnen. Die Festigkeitswerte und 0,2%-Dehngrenze des Vermischungsschweißgutes der Verbindung sind besonders zu beachten. Es darf keine Wärmenachbehandlung erfolgen, da eine Kohlenstoffdiffusion in den Austenit die Kerbschlagzähigkeit bei niedrigen Temperaturen negativ beeinflusst.

5 - 9 % Nickelstahl

Nach der Vergütung liegt beim 5 - 9 % Ni-Stahl ein Gefüge aus vorwiegend niedriggekohtem, weichem, angelassenem Martensit vor. Beim Schweißen wird nicht vorgewärmt, damit die Verweilzeiten bei höheren Temperaturen so kurz wie möglich gehalten werden und es nicht zu unerwünschter Austenitbildung kommt. Zusätzlich sind kleinere Durchmesser und die Strichraupentechnik bevorzugt anzuwenden. Die maximale Zwischenlagentemperatur sollte auf 150 °C begrenzt werden. Üblich sind Wärmeinbringungen von 6 – 20 kJ/cm. Probleme beim Schweißen der höher legierten Ni-Stähle können sich durch den Einfluss des Restmagnetismus ergeben, der eine starke Ablenkung des Lichtbogens durch magnetische Blaswirkung verursacht und ein ordnungsgemäßes Schweißen verhindert. Beim Schweißen mit Gleichstrom können schon die stromführenden Kabel magnetisierend wirken.

Zum Aufbau eines permanenten Magnetismus neigen 5%Ni-Stähle wie X12Ni5 und 9%Ni-Stähle wie X8Ni9.

Maßnahmen:

- Bleche auf eine Feldstärke unter 1,6 kA/m entmagnetisieren, an den Fugenkanten max. 4,8 kA/m
- Schweißen mit Wechselstrom
- Anwendung des WIG-Verfahrens
- Anbringen von Gegenpolen oder Permanentmagneten

4. Schweißen der kaltzähren CrNi- und CrNiMo-Stähle

Diese Stähle sind auch als nichtrostende Stähle (siehe auch Abschnitt H) bekannt. Sie werden mit artgleichen unstabilisierten oder stabilisierten Schweißzusätzen geschweißt. Das unstabilisierte Schweißgut ist dem stabilisierten in der Tieftemperaturzähigkeit etwas überlegen.

Bei längerer Einwirkung von tieferen Temperaturen, häufigen Wechseln von Druck und/oder Temperatur oder plastischer Verformung besteht insbesondere bei Mo- und Nb-legierten Stählen die Möglichkeit des Umklappens des Austenits in die Martensitphase und somit Versprödungsgefahr.

Die Mo-freien unstabilisierten CrNi-Stähle und insbesondere CrNiN-Sorten sind bevorzugt zu wählen und artgleich zu schweißen.

Weitere Hinweise zum Schweißen der kaltzähren nickellegierten Stähle enthält DVS-Merkblatt 0955: Schweißtechnische Verarbeitung nickellegierter Stähle für Tieftemperaturanwendungen.