

VDM® Alloy 600/600 H Nicrofer 7216

VDM® Alloy 600/600 H

Nicrofer 7216

VDM® Alloy 600 und die lösungsgeglühte Variante 600 H sind Nickel-Chrom-Eisen Legierungen.

Sie sind charakterisiert durch:

- gute Beständigkeit gegenüber Oxidation, Aufkohlung und Aufstickung,
- gute Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion bei Raum- und erhöhten Temperaturen,
- gute Beständigkeit gegen trockenes Chlor und Chlorwasserstoff,
- gute mechanische Eigenschaften sowohl bei tiefen als auch bei hohen Temperaturen.

Aufgrund der besseren Kriechbeständigkeit ist VDM® Alloy 600 H für den Einsatz bei Temperaturen über 700 °C bevorzugt einzusetzen.

Bezeichnungen

Normung	Werkstoffbezeichnung
EN	2.4816 – NiCr15Fe
ISO	NiCr15Fe8
UNS	N06600
UK	NA 14
AFNOR	NC15Fe

Normen

Produktform	DIN	DIN EN	VdTÜV	ASTM	ASME	NACE	Sonstige
Blech	17750	10095	305	B 168	SB 168	MR 0175/ISO 15156 MR 0103	SAE AMS 5540
	17742						ISO 6208
Band	17742	10095*	305	B 168	SB 168		SEW 470
Stange	17752	10095	305	B 166	SB 166	MR0175/ISO 15156 MR 0103	ISO 6208
	17742			B 564	SB 564		

*Standard für Band ist abweichend von der Norm im C- Bereich: C= 0,025 – 0,05%.

Tabelle 1 – Bezeichnungen und Normen

Chemische Zusammensetzung

	Fe	Cr	Ni	C	S	Mn	Si	Ti	Cu	P	Al
Min.	6,0	14,0	Rest	0,05							
Max.	10,0	17,0		0,10	0,015	1,0	0,5	0,3	0,5	0,02	0,3

Technisch bedingt kann das Material weitere chemische Elemente enthalten

Analysengrenzwerte in anderen Spezifikationen können bei einigen Elementen leicht abweichen, z.B. gem. UNS N06600 C-Gehalt 0,15% max.; gem. VdTÜV Blatt 305: P-Gehalt: 0,015% max.

*Für die Produktform Band ist die Analyse wie folgt abweichend: C Min. 0,025% Max. 0,05%

Auf Anfrage möglich: C-Gehalt ab 0,025%; P-Gehalt: 0,015% max.

Tabelle 2 – Chemische Zusammensetzung (%) gemäß DIN EN 10095

Physikalische Eigenschaften

Dichte	Schmelzbereich	Relative magnetische Permeabilität bei 20 °C
8,5 g/cm ³ bei 20 °C	1.370 – 1.425 °C	1,05 (max.)

Temperatur	Spezifische Wärmekapazität	Wärmeleitfähigkeit	Elektrischer Widerstand	Elastizitätsmodul	Mittlerer lin. Ausdehnungskoeffizient ¹⁾
°C	$\frac{J}{kg \cdot K}$	$\frac{W}{m \cdot K}$	$\mu\Omega \cdot cm$	GPa	$\frac{10^{-6}}{K}$
20	455	14,8	103	214	
100	475	15,8	104	209	13,7
200	495	17,0	106	205	14,1
300	508	18,4	107	200	14,4
400	525	20,0	108	194	14,8
500	550	22,0	111	187	15,1
600	572	24,0	112	180	15,4
700	602	25,7	112	172	15,8
800	620	27,5	112	163	16,1
900	630	29,4	113	153	16,4
1000	635	31,2	114	143	16,9

Tabelle 3 – Typische physikalische Eigenschaften bei Raum- und erhöhten Temperaturen

Mikrostrukturelle Eigenschaften

VDM® Alloy 600 und VDM® Alloy 600 H haben eine kubisch-flächenzentrierte Kristallstruktur.

Mechanische Eigenschaften

Die folgenden mechanischen Eigenschaften gelten für VDM® Alloy 600 und VDM® Alloy 600 H für den geglähten bzw. den lösungsgeglähten Zustand in den angegebenen Halbzeugformen und Abmessungen. Für größere Abmessungen sind Eigenschaften gesondert zu vereinbaren.

Temperatur °C	Dehngrenze R _{p 0,2} MPa	Zugfestigkeit R _m MPa	Bruchdehnung A %
20	200	550	30
100	180	520	
200	165	500	
300	155	485	
400	150	480	
450	145	475	

Tabelle 4a – Mechanische Eigenschaften von VDM® Alloy 600 (weichgeglüht) bei Raum- und erhöhten Temperaturen. Mindestwerte gem. VdTÜV Werkstoffblatt 305

Temperatur °C	Dehngrenze R _{p 0,2} MPa	Zugfestigkeit R _m MPa	Bruchdehnung A %
20	180	500-700	35
100	170	480	
200	160	460	
300	150	445	
400	150	440	
500	145	435	

Tabelle 4b – Mechanische Eigenschaften von VDM® Alloy 600H (lösungsgeglüht) bei Raum- und erhöhten Temperaturen. Mindestwerte gem. VdTÜV Werkstoffblatt 305

Produktform Abmessung	Wärmebehandlung	Abmessung (mm)	Dehngrenze $R_{p\ 0,2}$ MPa	Zugfestigkeit R_m MPa	Bruchdehnung A %
Blech	weichgeglüht		≥ 240	≥ 550	≥ 30
Band	weichgeglüht		≥ 240	≥ 550	≥ 30
Stange	weichgeglüht		≥ 240	≥ 550	≥ 30
Schmiedeteil	weichgeglüht		≥ 240	≥ 550	≥ 30
Draht	weichgeglüht	0,8		≥ 600	≥ 30
Draht	weichgeglüht	0,3-0,8		≥ 600	≥ 15
Draht	weichgeglüht	0,1-0,3		≥ 600	≥ 10
Blech	lösungsgeglüht		≥ 180	≥ 500	≥ 35
Band	lösungsgeglüht		≥ 180	≥ 500	≥ 35
Stange	lösungsgeglüht		≥ 180	≥ 500	≥ 30
Schmiedeteil	lösungsgeglüht		≥ 180	≥ 500	≥ 30

Tabelle 5 – Typische Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur

Temperatur °C	Zeitdehngrenze		Zeitstandfestigkeit	
	$R_{p\ 1,0/10^4\ h}$ MPa	$R_{p\ 1,0/10^5\ h}$ MPa	$R_m/10^4\ h$ MPa	$R_m/10^5\ h$ MPa
500	153	126	297	215
600	91	66	138	97
700	43	28	63	42
800	18	12	29	17
850	11	6,7	17	9,2
900	8	4	13	7

Tabelle 6 – Typische Zeitdehngrenze und Zeitstandfestigkeit von lösungsgeglühtem VDM® Alloy 600 H

ISO-V Kerbschlagarbeit

ISO-V- Kerbschlagarbeit, längs: 160 J

ISO-V-Kerbschlagarbeit, quer: 120 J

Mittelwert von drei Proben gemäß VdTÜV Werkstoffblatt 305. Der Mindestmittelwert darf nur von einem Einzelwert und zwar höchstens um 30% unterschritten werden.

Korrosionsbeständigkeit

VDM® Alloy 600 und 600 H ist gegen ein weites Feld von korrosiven Medien beständig. Der Chromgehalt gibt der Legierung unter oxidierenden Bedingungen eine größere Beständigkeit als VDM® Nickel 200 und VDM® Nickel 201. Gleichzeitig ergibt der hohe Nickelanteil gute Beständigkeit unter reduzierenden Bedingungen und in alkalischen Lösungen. Die Legierung ist unempfindlich gegen durch Chloridionen induzierte Spannungsrisskorrosion.

VDM® Alloy 600 und 600 H zeigen gute Beständigkeit gegen Ameisen-, Essig- und andere organische Säuren. Geringe Angriffe können bei Raum- und erhöhten Temperaturen in trockenen Gasen wie Chlor oder Chlorwasserstoff auftreten. Bei Temperaturen bis 550 °C hat sich in diesen Medien gezeigt, dass die Legierung von allen üblichen Legierungen am beständigsten ist. VDM® Alloy 600 H zeigt bei hohen Temperaturen gute Zunderbeständigkeit bei gleichzeitig hoher Festigkeit. Die Legierung ist ferner gegen ammoniakhaltige Atmosphären sowie gegen aufstickende und aufkohlende Gase beständig. Unter wechselnd oxidierenden und reduzierenden Bedingungen kann die Legierung selektive Oxidation (Grünfäule) erleiden.

Anwendungsgebiete

Typische Anwendungsgebiete für VDM® Alloy 600 und 600 H sind:

- Transportrollen, Strahlrohre, Ventilatoren und sonstige Einbauten in Industrieöfen
- Industrieofenmuffeln insbesondere für Wärmebehandlungen in N₂-Atmosphären
- Thermoelement-Schutzrohre in aufkohlenden oder aufstickenden Atmosphären
- Rohre für Dichloräthylen-Pyrolyse
- Komponenten in der Herstellung von Urantetrafluorid durch Flusssäure
- Herstellung von Ätzalkalien, besonders bei Vorhandensein von Schwefelverbindungen
- Reaktionsbehälter und Wärmetauscherrohre bei der Herstellung von Vinylchlorid
- Anlagenteile für die Herstellung von chlorierten und fluorierten Kohlenwasserstoffen
- Teile wie Hüllrohre für Kontrollstäbe, Reaktorgefäße und Dichtungen, Dampftrockner und Separatoren in Siedewasserreaktoren
- Rohre in TiCl₄-Verdampfern bei der Herstellung von TiO₂
- Einrichtungen und Rohrleitungen bei der Verwendung von Laugen
- In der Automobilindustrie für HT-Sensoren, Berstscheiben in Airbags, Zündkerzenelektroden und Dichtungen

Für Anwendungen mit dauerhaftem Einsatz bei Temperaturen über 700 °C ist die lösungsgeglühte Variante VDM® Alloy 600 H einzusetzen.

Verarbeitung und Wärmebehandlung

VDM® Alloy 600 und VDM® Alloy 600 H können mit den üblichen industriellen Fertigungstechniken gut verarbeitet werden.

Aufheizen

Es ist wichtig, dass die Werkstücke vor und während der Wärmebehandlung sauber und frei von jeglichen Verunreinigungen sind. Schwefel, Phosphor, Blei und andere niedrigschmelzende Metalle können bei der Wärmebehandlung zur Schädigung des Materials führen. Derartige Verunreinigungen sind auch in Markierungs- und Temperaturanzeigefarben oder -stiften sowie in Schmierfetten, Ölen, Brennstoffen und dergleichen enthalten. Die Brennstoffe müssen einen möglichst niedrigen Schwefelgehalt aufweisen. Erdgas sollte einen Anteil von weniger als 0,1 Gew.-% Schwefel enthalten. Heizöl mit einem Schwefelgehalt von max. 0,5 Gew.-% ist ebenfalls geeignet. Elektroöfen sind wegen der genauen Temperaturführung und Freiheit von Verunreinigungen durch Brennstoffe zu bevorzugen. Die Ofenatmosphäre sollte neutral bis leicht oxidierend eingestellt werden und darf nicht zwischen oxidierend und reduzierend wechseln. Die Werkstücke dürfen nicht direkt von den Flammen beaufschlagt werden.

Warmumformung

VDM® Alloy 600 und VDM® Alloy 600 H sollten im Temperaturbereich zwischen 1.200 und 900 °C warmgeformt werden mit anschließender schneller Abkühlung in Wasser oder an der Luft. Zum Aufheizen sind die Werkstücke in den bereits auf Sollwert aufgeheizten Ofen einzulegen. Eine Wärmebehandlung nach der Warmumformung wird zur Erzielung optimaler Eigenschaften empfohlen.

Kaltumformung

Zur Kaltumformung sollten die Werkstücke im geglühten Zustand vorliegen. VDM® Alloy 600 und VDM® Alloy 600 H weisen eine deutlich höhere Kaltverfestigung als austenitische nichtrostende Stähle auf. Dies muss bei der Auslegung und Auswahl von Umformwerkzeugen und -anlagen und der Planung von Umformprozessen berücksichtigt werden. Bei starken Kaltumformungen sind Zwischenglühungen nötig. Bei Kaltumformung von > 15 % ist eine abschließende Lösungsglühung durchzuführen.

Wärmebehandlung

Die Weichglüfung von VDM® Alloy 600 soll im Temperaturbereich von 920 bis 1.000 °C erfolgen.

Die Lösungsglüfung von VDM® Alloy 600 H soll bei Temperaturen von 1.080 bis 1.150 °C erfolgen.

Die Haltezeit beim Glühen richtet sich nach der Halbzeugdicke und berechnet sich wie folgt:

- Für Halbzeugdicken $d < 10$ mm ist die Haltezeit $t = d * 3$ min/mm
- Für Halbzeugdicken $d = 10 - 20$ mm ist die Haltezeit $t = 30$ min + $(d - 10$ mm) * 2 min/mm
- Für Halbzeugdicken $d > 20$ mm ist die Haltezeit $t = 50$ min + $(d - 20$ mm) * 1 min/mm

Die Haltezeit beginnt mit dem Temperatenausgleich des Werkstücks; ein Überzeiten ist im Allgemeinen deutlich unkritischer als zu kurze Haltezeiten. Zur Erzielung optimaler Eigenschaften ist beschleunigt mit Wasser abzukühlen. Bei Dicken unter ca. 3 mm kann auch schnelle Luftabkühlung erfolgen. Für die Produktform Band kann die Wärmebehandlung im Durchlaufofen mit an die Banddicke angepasster Geschwindigkeit und Temperatur erfolgen. Bei jeder Wärmebehandlung sind die vorgenannten Sauberkeitsanforderungen zu beachten.

Entzundern und Beizen

Oxide und Verfärbungen im Bereich von Schweißnähten haften fester als bei nichtrostenden Stählen. Schleifen mit sehr feinen Schleifbändern oder -scheiben wird empfohlen. Die Beizeiten sind – wie bei allen Hochtemperaturwerkstoffen – kurz zu halten, weil diese sonst einen interkristallinen Angriff erleiden. Weiterhin ist die Temperatur der Beize zu kontrollieren. Vor dem Beizen in Salpeter-Flusssäure-Gemischen müssen die Oxidschichten durch Strahlen oder feines Schleifen zerstört oder in Salzschmelzen vorbehandelt werden.

Spanabhebende Bearbeitung

VDM® Alloy 600 und VDM® Alloy 600 H sind vorzugsweise im geglühten Zustand zu bearbeiten. Da die Legierung zur Kaltverfestigung neigt, sollte eine niedrige Schnittgeschwindigkeit mit einem nicht zu großen Vorschub verwendet werden und das Schneidwerkzeug ständig im Eingriff bleiben. Eine ausreichende Spantiefe ist wichtig, um die zuvor entstandene kaltverfestigte Zone zu unterschneiden. Entscheidenden Einfluss auf einen stabilen Zerspanungsprozess hat eine optimale Wärmeabfuhr durch große Mengen geeigneter, vorzugsweise wasserhaltiger Kühlschmierstoffe.

Schweißtechnische Hinweise

Sicherheit

Die allgemein geltenden Sicherheitsempfehlungen insbesondere zur Vermeidung von Staub- und Rauch-Exposition sind zu beachten.

Schweißtechnische Hinweise

VDM® Alloy 600 und VDM® Alloy 600 H können mit den gängigen konventionellen Lichtbogenverfahren wie WIG oder MIG-Impulstechnik geschweißt werden. Zum Schweißen soll das Material im geglühten Zustand vorliegen. Auf geringe Wärmeeinbringung und schnelle Wärmeabfuhr ist zu achten. Die maximale Zwischenlagentemperatur sollte zwischen 100 °C und 150 °C liegen. Es ist in der Regel weder ein Vorwärmen noch eine Wärmenachbehandlung erforderlich.

Zum WIG- und MSG-Schweißen ist ein Schweißzusatzwerkstoff vom Typ

VDM® FM 82

W.-Nr. 2.4806

ISO 18274 - S Ni 6082 (NiCr20Mn3Nb)

zu empfehlen. Zur Erzielung optimaler Korrosionseigenschaften ist das WIG-Verfahren zu bevorzugen. Beim Einsatz von (VDM® Alloy 600 und) VDM® Alloy 600 H bei höheren Temperaturen (über ca. 900 °C) ist für das WIG-, MSG- und UP-Schweißen die Verwendung des Schweißzusatzwerkstoffs VDM® FM 625 zu empfehlen.

Arbeitsplatz

Ein separat angeordneter Arbeitsplatz ist vorzusehen, der deutlich getrennt ist von den Bereichen, in denen C-Stahl verarbeitet wird. Größte Sauberkeit ist Voraussetzung, und Zugluft beim Schutzgasschweißen ist zu vermeiden.

Hilfsmittel und Kleidung

Saubere Feinlederhandschuhe und saubere Arbeitskleidung sind zu verwenden.

Werkzeug und Maschinen

Werkzeuge, die für andere Werkstoffe verwendet werden, dürfen nicht für Nickellegierungen und Edelstähle eingesetzt werden. Es sind ausschließlich Edelstahlbürsten zu verwenden. Ver- und Bearbeitungsmaschinen, wie Scheren, Stanzen oder Walzen sind so auszurüsten (Filz, Pappe, Folien), dass über diese Anlagen die Werkstückoberflächen nicht durch das Eindringen von Eisenpartikeln beschädigt werden können, was letztlich zu Korrosion führen kann.

Schweißnahtvorbereitung

Die Schweißnahtvorbereitung ist vorzugsweise auf mechanischem Wege durch Drehen, Fräsen oder Hobeln vorzunehmen. Abrasives Wasserstrahlschneiden oder Plasmaschneiden ist ebenfalls möglich. In letzterem Fall muss jedoch die Schnittkante (Nahtflanke) sauber nachgearbeitet werden. Zulässig ist vorsichtiges Schleifen ohne Überhitzung.

Zünden

Das Zünden darf nur im Nahtbereich, z.B. an den Nahtflanken oder auf einem Auslaufstück und nicht auf der Bauteiloberfläche, vorgenommen werden. Zündstellen sind Stellen, an denen es bevorzugt zu Korrosion kommen kann.

Öffnungswinkel

Im Vergleich zu C-Stählen weisen Nickellegierungen und Sonderedelstähle eine geringere Wärmeleitfähigkeit und eine höhere Wärmeausdehnung auf. Diesen Eigenschaften ist durch größere Wurzelspalte bzw. Stegabstände (1 bis 3 mm) Rechnung zu tragen. Aufgrund der Zähflüssigkeit des Schweißgutes (im Vergleich zu Standardausteniten) und der Schrumpfungstendenz sind Öffnungswinkel von 60 bis 70° – wie Abbildung 1 zeigt – für Stumpfnähte vorzusehen.

Reinigung

Die Reinigung des Grundwerkstoffes im Nahtbereich (beidseitig) und des Schweißzusatzes (z. B. Schweißstab) sollte mit Aceton erfolgen.

Schweißzusatz

Bitte entnehmen Sie die Hinweise zu den empfohlenen Schweißzusatzwerkstoffen die unter „schweißtechnischen Hinweisen“ aufgeführten Werkstoffe und empfohlenen Schweißverfahren.

Nachbehandlung

Bei optimaler Ausführung der Arbeiten führt das Bürsten direkt nach dem Schweißen, also im noch warmen Zustand, ohne zusätzliches Beizen, zum gewünschten Oberflächenzustand, d.h. Anlauffarben können restlos entfernt werden. Beizen, wenn gefordert oder vorgeschrieben, ist im Allgemeinen der letzte Arbeitsgang an der Schweißung. Die Hinweise im Abschnitt 'Entzünden und Beizen' sind zu beachten.

Richten (nach dem Schweißen oder Glühen)

Die Notwendigkeit des Richtens geschweißter Bauteile sollte durch eine geschickte Wahl der Nahtvorbereitung (zum Beispiel durch eine X-Naht anstelle einer V-Naht) und Schweißnahtfolge minimiert werden. Flammrichten sollte vermieden werden, da dies zu unerwünschten Gefügeveränderungen im Werkstoff führen kann.

Verfügbarkeit

VDM® Alloy 600 und VDM® Alloy 600 H sind in den folgenden Standard-Halbzeugformen lieferbar:

Blech

Lieferzustand: Warm- oder kaltgewalzt, wärmebehandelt, entzundert bzw. gebeizt

Lieferzustand	Dicke mm	Breite mm	Länge mm	Stückgewicht kg
Kaltgewalzt	1 bis 7	≤ 2.500	≤ 12.500	
Warmgewalzt	3 bis 50	≤ 2.500	≤ 12.500	≤ 2.900

Band

Lieferzustand:

Dicke mm	Breite mm	Coil-Innendurchmesser mm			
0,02-0,15	4-230	300	400	500	
0,15-0,25	4-720	300	400	500	
0,25-0,6	6-750		400	500	600
0,6-1	8-750		400	500	600
1-2	15-750		400	500	600
2-3	25-750		400	500	600

Bandblech - vom Coil abgeteilt - sind in Längen von 250 bis 4000 mm lieferbar

Stange

Lieferzustand: Geschmiedet, gewalzt, gezogen, wärmebehandelt, oxidiert, entzundert bzw. gebeizt, gedreht, geschält oder poliert.

Abmessungen	Außendurchmesser mm	Länge mm
Allgemeine Abmessungen	6-800	1.500-12.000
Werkstoffspezifische Abmessungen	12-500	1.500-12.000

Draht

Lieferzustand: Blank gezogen, ¼ hart bis hart, blankgeglüht in Ringen, Behältern, auf Spulen und Kronenstöcken

	Gezogen mm	Warmgewalzt mm
Außendurchmesser	0,16 bis 10	5,5 bis 19

Weitere Formen und Abmessungen wie Ronden, Ringe, nahtlose bzw. längsgeschweißte Rohre und Schmiedeteile können angefragt werden.

Impressum

13. Juli 2021

Herausgeber

VDM Metals International GmbH
Plettenberger Straße 2
58791 Werdohl
Germany

Disclaimer

Alle Angaben in diesem Datenblatt beruhen auf Ergebnissen aus der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit der VDM Metals International GmbH und den zum Zeitpunkt der Drucklegung zur Verfügung stehenden Daten der aufgeführten Spezifikationen und Standards. Die Angaben stellen keine Garantie für bestimmte Eigenschaften dar. VDM Metals behält sich das Recht vor, Angaben ohne Ankündigung zu ändern. Alle Angaben in diesem Datenblatt wurden nach bestem Wissen zusammengestellt und erfolgen ohne Gewähr. Lieferungen und Leistungen unterliegen ausschließlich den jeweiligen Vertragsbedingungen und den Allgemeinen Geschäftsbedingungen der VDM Metals. Die Verwendung der aktuellsten Version eines Datenblatts obliegt dem Kunden.

VDM Metals International GmbH
Plettenberger Straße 2
58791 Werdohl
Germany

Telefon +49 (0)2392 55 0
Fax +49 (0)2392 55 22 17

vdm@vdm-metals.com
www.vdm-metals.com