

# **VDM® Alloy C-264**

# VDM® Alloy C-264

VDM® Alloy C-264 ist eine von VDM Metals entwickelte Nickelbasis-Superlegierung. Sie wurde speziell für korrosive Hochtemperaturumgebungen entwickelt, wie sie in modernen Hochleistungs-Turboladern vorhanden sind.

VDM® Alloy C-264 ist eine aushärtbare Legierung mit einem austenitischen Gefüge. Die Legierung zeigt sowohl eine hohe Warmfestigkeit als auch hervorragende Kriechfestigkeit bei Temperaturen bis zu 950 °C. VDM® Alloy C-264 übertrifft deutlich ähnliche Werkstoffe wie beispielsweise VDM® Alloy C-263 (2.4650) insbesondere hinsichtlich der Kriechfestigkeit.

VDM® Alloy C-264 zeichnet sich aus durch:

- exzellente Verarbeitungseigenschaften im lösungsgeglühten Zustand
- sehr gute Zeitstandfestigkeit bis 950 °C
- gute Oxidationsbeständigkeit bis ca. 1.050 °C
- gute mechanische Kurz- und Langzeiteigenschaften sowie gute Ermüdungsfestigkeit im ausgehärteten Zustand

## Bezeichnungen

| Normung | Werkstoffbezeichnung |
|---------|----------------------|
| DIN     | 2.4750               |
| ISO     | NiCr25Co20MoTiAl     |

Tabelle 1 – Bezeichnungen und Normen

# Chemische Zusammensetzung

|      | C    | S     | Cr   | Ni  | Mn   | Si   | Mo   | Ti   | Cu   | Fe   | P     | Al   | W    | Co   | B     | Al + Ti |
|------|------|-------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|---------|
| Min. | 0,04 |       | 24,0 |     |      |      | 5,60 | 1,50 |      |      |       | 0,90 | 0,40 | 19,0 |       | 2,50    |
| Max. | 0,08 | 0,015 | 26,0 | bal | 0,60 | 0,40 | 6,20 | 2,00 | 0,20 | 0,70 | 0,020 | 1,20 | 0,80 | 21,0 | 0,005 | 3,10    |

Technisch bedingt kann das Material weitere chemische Elemente enthalten

Tabelle 2 – Chemische Zusammensetzung (%)

# Physikalische Eigenschaften

| Dichte                               | Schmelzbereich  |
|--------------------------------------|-----------------|
| 8,27 g/ cm <sup>3</sup><br>Bei 20° C | 1.325– 1.382 °C |

| Tempera-<br>tur | Spezifische<br>Wärmekapazität               | Wärmeleit-<br>Fähigkeit                    | Elektrischer<br>Widerstand  | Elastizitätsmodul | Schub-Modul<br>GPa | Mittlerer linearer<br>Ausdehnungskoeffi-<br>zient <sup>1</sup> |
|-----------------|---|--|-----------------------------|-------------------|--------------------|--|
| °C              | $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ | $\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$ | $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ | GPa               |                    | $\frac{10^{-6}}{\text{K}}$                                     |
| 20              | 414   | 9,964                                      | 115                         | 219               | 81,9               | -  |
| 50              | 433   | 10,725                                     | 116                         | -                 | -                  | -  |
| 100             | 457   | 11,814                                     | 117                         | 214               | 80,0               | 12.2   |
| 200             | 480   | 13,510                                     | 119                         | 208               | 77,3               | 12.9   |
| 300             | 495   | 14,926                                     | 121                         | 201               | 74,7               | 13.4   |
| 400             | 508   | 16,404                                     | 122                         | 194               | 72,2               | 13.8   |
| 500             | 520   | 17,589                                     | 124                         | 188               | 69,5               | 14.2   |
| 600             | 516   | 18,446                                     | 125                         | 181               | 66,7               | 14.5   |
| 700             | 607   | 23,962                                     | 125                         | 172               | 63,2               | 15.1   |
| 800             | 618   | 23,845                                     | 126                         | 163               | 59,5               | 15.6   |
| 900             | 639   | 25,357                                     | 125                         | 151               | 55,0               | 16.6   |
| 950             | 650   | 26,354                                     | 125                         | 144               | 52,6               | -  |
| 1.000           | 661   | 27,371                                     | 125                         | 139               | 50,1               | 15.5   |
| 1.050           | 673   | 28,418                                     | -                           | 134               | 48,2               | -  |
| 1.100           | 687   | 29,493                                     | -                           | 128               | 45,9               | 18.1   |

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

# Mikrostrukturelle Eigenschaften

VDM® Alloy C-264 ist eine aushärtbare Legierung mit einem austenitischen Gefüge. Neben der Hauptkomponente Nickel enthält sie 25% Chrom, 20% Kobalt, 5,5% Molybdän, 1,7% Titan und 1,1% Aluminium. Die Legierung zeigt sowohl eine hohe Warmfestigkeit als auch hervorragende Kriechfestigkeit bei Temperaturen bis zu 950 °C. Dies wird erreicht durch eine Kombination von Härtungsmechanismen, wie Mischkristallverfestigung, Karbidhärtung und  $\gamma'$ -Härtung.

VDM® Alloy C-264 übertrifft damit deutlich ähnliche Werkstoffe wie die Legierung VDM® C-263 insbesondere hinsichtlich der Kriechfestigkeit. Diese Langzeitstabilität wurde realisiert durch eine bei höheren Temperaturen stabilere  $\gamma'$ -Phase, der Hauptverstärkungsphase, die sich nicht mehr in die unerwünschte  $\eta$ -Phase umwandeln kann.

# Mechanische Eigenschaften

Die folgenden mechanischen Eigenschaften gelten für VDM® Alloy C-264 im ausgehärteten Zustand (8 h/800 °C).

| Temperatur | Dehngrenze          | Zugfestigkeit | Bruchdehnung |
|------------|---------------------|---------------|--------------|
| °C         | $R_{p\ 0,2}$<br>MPa | $R_m$<br>MPa  | $A_5$<br>%   |
| 20         | 635                 | 1.026         | 28           |
| 100        | 572                 | 996           | 34           |
| 200        | 535                 | 962           | 32           |
| 300        | 510                 | 928           | 31           |
| 400        | 496                 | 883           | 40           |
| 500        | 488                 | 862           | 37           |
| 600        | 490                 | 890           | 35           |
| 650        | 506                 | 936           | 39           |
| 700        | 514                 | 876           | 33           |
| 750        | 511                 | 775           | 32           |
| 800        | 422                 | 642           | 30           |
| 850        | 291                 | 490           | 32           |
| 900        | 268                 | 323           | 49           |
| 950        | 126                 | 164           | 128          |
| 1.000      | 82                  | 115           | 77           |

Tabelle 4 – Typische Mechanische Eigenschaften bei Raum- und erhöhten Temperaturen; Warmband (Dicke 4,8 mm), quer zur Walzrichtung, lösungs-  
geglüht (SA) + ausgehärtet (8h/800 °C)

| Produktform Band<br>Glühung<br>Ausdehnung | Probenlage | Aushärtungs-<br>dauer | Dehngrenze<br>R <sub>p 0,2</sub><br>MPa | Dehngrenze<br>R <sub>p 1,0</sub><br>MPa | Zugfestigkeit<br>R <sub>m</sub><br>MPa | Bruchdehnung<br>A <sub>5</sub><br>% | Gleichmaßdeh-<br>nung<br>A <sub>g</sub><br>% |
|---|------------|-----------------------|---|---|--|-------------------------------------|--|
| Lösungsgeglüht (SA)                       | Quer       |                       | 364                                     | 399                                     | 800                                    | 63                                  | 55   |
| Aushärtung                                | Quer       | 4h/750 °C             | 600                                     | 616                                     | 1.029                                  | 43                                  | 40   |
| Aushärtung                                | Quer       | 8h/750 °C             | 652                                     | 672                                     | 1.076                                  | 40                                  | 36   |
| Aushärtung                                | Quer       | 4h/800 °C             | 643                                     | 667                                     | 1.073                                  | 39                                  | 35   |
| Aushärtung                                | Quer       | 8h/800 °C             | 653                                     | 681                                     | 1.090                                  | 38                                  | 34   |
| Lösungsgeglüht (SA)                       | Längs      |                       | 361                                     | 396                                     | 799                                    | 60                                  | 53   |
| Aushärtung                                | Längs      | 4h/750 °C             | 596                                     | 612                                     | 1.033                                  | 43                                  | 39   |
| Aushärtung                                | Längs      | 8h/750 °C             | 650                                     | 667                                     | 1.081                                  | 39                                  | 36   |
| Aushärtung                                | Längs      | 4h/800 °C             | 641                                     | 664                                     | 1.080                                  | 38                                  | 34   |
| Aushärtung                                | Längs      | 8h/800 °C             | 652                                     | 680                                     | 1.096                                  | 34                                  | 31   |

Tabelle 5 – Typische Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur; Band (Dicke 1 mm) in verschiedenen Zuständen

Messwerte aus Zeitstandversuchen im direkten Vergleich: VDM® Alloy C-264 mit VDM® Alloy C-263

| Temperatur<br>°C | Spannung<br>MPa | Lebensdauer<br>C-264<br>h | Lebensdauer<br>C-263<br>h |
|------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|
| 730              | 400             | 30                        | -/-                       |
| 880              | 70              | 1.503                     | 492                       |
| 900              | 60              | 1.424                     | 216                       |
| 900              | 70              | 777                       | 55                        |
| 900              | 80              | 360                       | 29                        |
| 920              | 70              | 203                       | 17                        |
| 950              | 50              | 119                       | -/-                       |
| 950              | 60              | 29                        | 17                        |

Tabelle 6 – Zeitstandwerte bis zum Bruch; 4,8 mm Warmband; Probendicke 3 mm; lösungsgeglüht (SA) + ausgehärtet (4 h/800 °C)

# Korrosionsbeständigkeit

VDM® Alloy C-264 ist eine aushärtbare Nickel-Chrom-Kobalt-Molybdän-Legierung. Die Aushärtung erfolgt durch Ausscheidungsteilchen von Typ  $\gamma'$ , diese wird durch Zusätze von Titan und Aluminium erreicht. Neben der Ausscheidungshärtung besitzt sie auch einen hohen Anteil an Mischkristallhärtung, welche durch die Elemente Chrom, Kobalt, Molybdän und Wolfram realisiert wird. Der hohe Chromanteil führt neben der guten Oxidationsbeständigkeit auch zu einem beträchtlichen Anteil an Aushärtung durch Karbide vom Typ  $M_{23}C_6$ .

# Anwendungsgebiete

Aufgrund seiner ausgeprägten Kriechfestigkeit und seiner sehr guten Oxidationsbeständigkeit wird VDM® Alloy C-264 für verschiedene Komponenten in der heißen Turbinenseite in Hochleistungs-Turboladern eingesetzt. Wegen seiner exzellenten Verarbeitbarkeit im lösungsgeglühten Zustand sind auch komplexe und filigrane Bauteile möglich. Mit einer im lösungsgeglühten Zustand gemessenen Bruchdehnung von üblich über 60% ist der VDM® Alloy C-264 ein tiefziehfähiger Werkstoff. Auch im ausgehärteten Zustand zeigt der VDM® Alloy C-264 eine sehr hohe Bruchdehnung von typischer Weise über 35% und ist damit gut formbar.

Typische Anwendungsgebiete für VDM® Alloy C-264 sind:

- Verwendung in Komponenten der heißen Turbinenseite in Hochleistungs- Turboladern
- Verwendung in Komponenten der Abgasanlage
- Hochtemperaturdichtungen (C-Ring/V-Ring oder Mehrlagendichtungen)
- Tellerfedern
- Einsatz als tiefziehfähiger Werkstoff
- Einsatz in Triebwerkskomponenten
- Einsatz als Gesenkschmiedewerkstoff

# Verarbeitung und Wärmebehandlung

VDM® Alloy C-264 ist gut warm und kalt umformbar sowie spanabhebend zu bearbeiten.

## Wärmebehandlung

VDM® Alloy C-264 wird üblicherweise im ausgehärteten Zustand eingesetzt.

Der Werkstoff wird in der Regel im lösungsgeglühten Zustand ausgeliefert. Sollte trotzdem eine Lösungsglühung notwendig sein, so ist diese Glühung bei  $1.150\text{ °C} \pm 20\text{ °C}$  durchzuführen. Abhängig von der Materialdicke ist unmittelbar eine Wasserabschreckung (WQ) oder eine Luftabkühlung (AC) notwendig.

Der maximal ausgehärtete Zustand wird nach einer Glühung bei  $800\text{ °C} + 10/-20\text{ °C}$  für 4 bis 8 h erreicht. Eine anschließende Luftabkühlung (AC) ist ausreichend.

Je nach weiterer Verwendung bzw. gewünschtem Oberflächenzustand ist eine Glühung im Vakuum oder unter Schutzgas empfehlenswert. Eine Lösungsglühung bei  $1.150\text{ °C}$  an Luft führt zu Anlauffarben oder zur Bildung eines Oxidfilms. Für die Produktform Band kann die Wärmebehandlung im Durchlaufofen mit an die Banddicke angepasster Geschwindigkeit und Temperatur erfolgen.

# Verfügbarkeit

VDM® Alloy C-264 ist in der Halbzeugform Band lieferbar.

Der Werkstoff wird in der Regel im lösungsgeglühten Zustand ausgeliefert. Eine Auslieferung im ausgehärteten Zustand ist von den Materialabmessungen abhängig und kann nur auf Anfrage erfolgen.

## Band

Lieferzustand: kaltgewalzt, wärmebehandelt, gebeizt oder blankgeglüht

| Dicke<br>mm | Breite<br>mm | Coil-Innendurchmesser<br>mm |     |     |     |
|-------------|--------------|-----------------------------|-----|-----|-----|
| 0,025-0,15  | 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 |

Bandbleche – vom Coil abgeteilt – sind in Längen von 250 bis 4.000 mm lieferbar.

# Veröffentlichungen

Zum Werkstoff VDM® Alloy C-264 sind folgende technische Veröffentlichungen erschienen:

On the evolution of microstructure during creep of a polycrystalline Ni-base Superalloy, H. Sommer, J. Kiese, M. Er-sanli, N. de Boer, J. Kloewer, G. Eggeler, presented at Creep 2017, St. Petersburg/Russia, June 19-21, 2017, organized by P. Pafilov and G. Kondzhhaspirov, abstract booklet: ISBN 978-5-7422-5799-8

Strukturbildungsprozesse bei Wärmebehandlungen und beim Kriechen polykristalliner Nickel-Basis-Superlegierungen, H. Sommer, Dissertation, 13.09.2018, Ruhr-Universität Bochum

Design of a new polycrystalline Ni-based superalloy based on Nimonic C-263 for high temperature applications, J. Hunfeld, H. Sommer, J. Kiese, H. Wang, T. Li, C. Somsen, A. Kostka, G. Laplanche, to be published



# Impressum

25. November 2024

## 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](mailto:vdm@vdm-metals.com)  
[www.vdm-metals.com](http://www.vdm-metals.com)