

SPANDATEN WEICHMAGNETISCHER LEGIERUNGEN



EINLEITUNG

In der vorliegenden Broschüre sind die Spandaten für Drehen/ Abstechen, Bohren, Fräsen und Schleifen unserer weichmagnetischen Legierungen zusammengestellt. Die Angaben beziehen sich auf unsere Werkstoffe MUMETALL, PERMENORM 5000 V5/5000 H2, VACOFLEX 17 und warmverformtes VACOFLEX 50. Diese Nichteisen- bzw. Kobalteeisen-Legierungen sind mit Ausnahme von VACOFLEX 50 in weichem Warmwalz-Zustand sehr zäh. Wir empfehlen deshalb, die Halbzeuge wenn möglich in hartem Zustand zu beziehen und in diesem Zustand auch die spanabhebende Bearbeitung vorzunehmen. In diesem Fall wurde aber wegen der Größe der Teile der Warmwalz-Zustand gewählt. Die ein-

gesetzten Werkzeuge und die Einstellungen der Maschinen sind in den folgenden Tabellen angegeben. Sofern sehr schwere Maschinen zur Verfügung stehen, können die Schnittleistungen, insbesondere beim Schruppen, erheblich gesteigert werden. Die Schnittleistungen beim Schlichten sind dagegen in hohem Maße von den vorgegebenen Toleranzen sowie der gewünschten Oberfläche abhängig. Ziel dieser Broschüre ist es, einige Daten der wichtigsten weichmagnetischen Legierungen als Anhaltspunkte und Hilfen für die spanabhebende Bearbeitung zur Verfügung zu stellen. Besonders dem Praktiker vor Ort sollen diese Tabellen als Empfehlung und Richtwert für seine Arbeit dienen.

SPANDATEN

DREHEN

Die Untersuchungen wurden mit Hartmetall-Wendeplatten der Qualität P10-P30 durchgeführt. Bei groben Schrupperarbeiten wird mit niedriger Schnittgeschwindigkeit und hohem Vorschub gedreht. Im Gegensatz dazu sind die Schnittleistungen beim Schlichten in hohem Maße von den vorgegebenen Toleranzen sowie von der gewünschten Oberflächengüte abhängig. Deshalb wird mit niedrigem Vorschub und hoher Schnittgeschwindigkeit gearbeitet (siehe Tabelle mit Angabe des Bereichs für Vorschub und Schnittgeschwindigkeit).

Ringe und Scheiben sollten besonders bei VACOFLUX 50 immer zur Mitte hin ausgearbeitet oder möglichst die Kanten vorher unter 45° angefasst werden, damit kein Kantenausbruch entsteht. Auch die Wahl der Geometrie der eingesetzten Wendeplatten ist abhängig von den Anforderungen der Bearbeitung (Schruppen, Schlichten, Oberflächengüte, Form usw.).

BOHREN

Die Bestimmung der Spandaten mit Handvorschub wurden mit normalem Standardbohrer in der üblichen HSS-Qualität durchgeführt. Beim Bohren mit automatischem Vorschub wurden HSS-Bohrer mit TiN-Beschichtung verwendet.

Bei VACOFLUX 50 kann beim Austritt des Bohrers auf der Gegenseite leichtes Ausplatzen der Kanten auftreten, deshalb ist zweiseitiges Bohren empfehlenswert.

FRÄSEN

Beim Fräsen wurde das Material mit einem Messerkopf mit 100 mm Ø mit relativ hoher Schnittgeschwindigkeit vorgearbeitet. Mit dem angegebenen VHM Fräser mit 16 mm Ø (TiAlN) wurde die Endbearbeitung mit entsprechend niedriger Schnittgeschwindigkeit durchgeführt.

Besonders bei VACOFLUX 50 ist Kantenbruch leicht möglich, deshalb ist es wichtig, diese Kanten anzufasen bzw. die Bearbeitung zur Mitte hin durchzuführen.

FLACH-SCHLEIFEN

Bei der Auswahl der Schleifscheibe für die weichmagnetischen Legierungen ist ein Vergleich mit gehärtetem Werkzeugstahl möglich und entsprechende Scheiben können eingesetzt werden. Wegen der starken Hitzeentwicklung ist eine gute Kühlung der Schleifscheibe besonders wichtig.

Besonders bei VACOFLUX 50 kann es zum Ausplatzen der Kanten kommen. Deshalb sollten auch bei diesem Material die Kanten angefasst werden bzw. die Bearbeitung zur Mitte hin erfolgen.

KÜHLUNG

Besondere Aufmerksamkeit muss dem Kühlen und Schmieren gewidmet werden. Bohröl-Emulsionen sind allgemein vorzuziehen, wobei nach DIN 6558 in der Regel Emulsionen mit einem Anteil von 5 - 10 % Kühlmittelöl verwendet werden. Bei den durchgeführten Untersuchungen wurde bei allen Arbeitsschritten mit einer 5 %-Schneidöl-Emulsion gekühlt.

BESONDERE HINWEISE

Zwischen Vor- und Feinbearbeitung ist nach Möglichkeit eine Haltezeit (Abkühlung) einzulegen, um evtl. auftretende Ausdehnungen im Material auszugleichen. Unter Umständen kann durch diese Vorbearbeitung die Maßhaltigkeit des fertigen Teiles beeinträchtigt werden. In Sonderfällen kann bei schwierigen, komplizierten oder dünnwandigen Werkstücken bzw. engen Toleranzen das Material durch eine entsprechende Zwischenglühung spannungsarm gegläht werden.

WÄRMEBEHANDLUNG

Nach der mechanischen Bearbeitung müssen die Teile sorgfältig gereinigt werden, um Verunreinigungen, die durch Schmiermittel hervorgerufen werden, zu vermeiden. Zur Einstellung der optimalen magnetischen Eigenschaften werden die weichmagnetischen Werkstoffe einer Schlusswärmebehandlung unterzogen. Diese magnetische Schlussglüfung wird nach der endgültigen Formgebung durchgeführt.

Legierung	Hochglüfung
MUMETALL	5 h 1.050 °C, Ofenkühlung bis < 300 °C H ₂ -Atmosphäre
VACOPERM 100	5 h 1.150 °C, Ofenkühlung bis < 300 °C H ₂ -Atmosphäre
PERMENORM 5000 V5 / 5000 H2	5 h 1.150 °C, Ofenkühlung bis < 300 °C H ₂ -Atmosphäre
TRAFOPERM	5 h 1.150 °C, Ofenkühlung bis < 300 °C H ₂ -Atmosphäre
VACOFLUX 50	10 h 820 °C, Ofenkühlung bis < 200 °C H ₂ -Atmosphäre
VACOFLUX 17	10 h 850 °C, Ofenkühlung bis < 200 °C H ₂ -Atmosphäre

Für die Ausdehnungs- und Einschmelzlegierungen VACON 11/70, VACOVIT und VACODIL können die Daten von PERMENORM zugrunde gelegt werden.

Legierung: MUMETALL (Analyse: 76,6 % Ni / 4,5 % Cu / 3,3 % Mo / Fe Rest)

Verformung	Schnittgeschwindigkeit V_c (m/min)	Vorschub f (mm/Umdreh.)	Werkzeug	Bemerkung
Drehen ¹	50 - 150	0,15 - 0,50	Plattensorte: Hartmetall-Wendeplatte Qualität: P 10 - P 30	Schnitttiefe: $a = 5$ mm Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion Freiwinkel: 7°
Abstechen ¹	50 - 150	0,05 - 0,20	Werkzeug: Hartmetall-Stechplatte, beschichtet (Zinner: ZG 30) ⁵	Schnitttiefe: $a = 4$ mm Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion
Bohren ⁴	$n =$ Umdrehungen/min a) 60 - 450 b) 400 - 700	a) Handvorschub b) 0,05 - 0,15 (autom. Vorschub)	Werkzeug: HSS-Bohrer a) Standardbohrer b) Standardbohrer mit TiN-Beschichtung	Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion
Fräsen	a) 150 - 250 b) 40 - 80	$fz =$ mm/Fräserzahn a) 0,05 - 0,15 b) 0,02 - 0,10	a) Messerkopf: 100 mm Ø P 10 - P 30 (runde Wendeschneidplatten) b) VHM Fräser: 16 mm Ø (TiAlN)	Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion leicht erhöhte Plattenabnutzung
Flach-Schleifen	Umfangsgeschwindigkeit: 32 (m/sec)	–	Schleifscheibe: Typ 40A80L6V13 ⁶ Abm.: 400x60x127 – DIN 69120 Schleifscheibe gut kühlen wegen Hitzeentwicklung	Schnitttiefe: $a = 0,005$ mm Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion gute Oberfläche

Legierung: PERMENORM 5000 V5 / 5000 H2 (Analyse: 47,5 % Ni / Fe Rest)

Verformung	Schnittgeschwindigkeit V_c (m/min)	Vorschub f (mm/Umdreh.)	Werkzeug	Bemerkung
Drehen ²	20 - 60	0,10 - 0,50	Plattensorte: Hartmetall-Wendeplatte Qualität: P 10 - P 30	Schnitttiefe: $a = 5$ mm Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion Freiwinkel: 7° Späne brechen schlecht
Abstechen ³	50 - 150	0,10 - 0,20	Werkzeug: Hartmetall-Stechplatte, beschichtet (Zinner: ZG 30) ⁵	Schnitttiefe: $a = 4$ mm Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion
Bohren ⁴	$n =$ Umdrehungen/min a) 220 - 650 b) 300 - 800	a) Handvorschub b) 0,05 - 0,25 (autom. Vorschub)	Werkzeug: HSS-Bohrer a) Standardbohrer b) Standardbohrer mit TiN-Beschichtung	Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion
Fräsen	a) 150 - 250 b) 50 - 100	$fz =$ mm/Fräserzahn a) 0,20 b) 0,02 - 0,10	a) Messerkopf: 100 mm Ø P 10 - P 30 (runde Wendeschneidplatten) b) VHM Fräser: 16 mm Ø (TiAlN)	Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion leicht erhöhte Plattenabnutzung a) Schnitttiefe: $a_p = 2$ mm b) Schnitttiefe: $a_p = 10$ mm
Flach-Schleifen	Umfangsgeschwindigkeit: 32 (m/sec)	–	Schleifscheibe: Typ 40A80L6V13 ⁶ Abm.: 400x60x127 – DIN 69120 Schleifscheibe gut kühlen wegen Hitzeentwicklung	Schnitttiefe: $a = 0,005$ mm Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion gute Oberfläche

¹ Abmessung: 58 mm Ø

² Abmessung: 50 mm Ø

³ Abmessung: 42 mm Ø

⁴ Bohrer: 10,5 mm Ø

⁵ Fa. Zinner GmbH, Karl-Martell-Str. 35, 90431 Nürnberg

⁶ Fa. Krebs & Riedel, Bremer Str. 24, 34385 Bad Karlshafen

SPANDATEN

Legierung: VACOFLUX 17 (Analyse: 17 % Co/2,0 % Cr/Fe Rest)

Verformung	Schnittgeschwindigkeit V_c (m/min)	Vorschub f (mm/Umdreh.)	Werkzeug	Bemerkung
Drehen ¹	50 - 150	0,15 - 0,50	Plattensorte: Hartmetall-Wendeplatte Qualität: P 10 - P 25	Schnitttiefe: $a = 5$ mm Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion Freiwinkel: 7° Span fließt nicht gut ab
Abstechen ²	50 - 150	0,05 - 0,20	Werkzeug: Hartmetall-Stechplatte, beschichtet (Zinner: ZG 30) ⁴	Schnitttiefe: $a = 4$ mm Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion
Bohren ³	$n =$ Umdrehungen/min a) 350 b) 200 - 1000	a) Handvorschub b) 0,05 - 0,30 (autom. Vorschub)	Werkzeug: HSS-Bohrer a) Standardbohrer b) Standardbohrer mit TiN-Beschichtung	Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion
Fräsen	a) 80 - 160 b) 40 - 100	$fz =$ mm/Fräserzahn a) 0,05 - 0,20 b) 0,05 - 0,20	a) Messerkopf: 100 mm \emptyset P 10 - P 25 (runde Wendeschneidplatten) b) VHM Fräser: 16 mm \emptyset (TiAlN)	Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion Kanten platzen leicht aus
Flach-Schleifen	Umfangsgeschwindigkeit: 32 (m/sec)	–	Schleifscheibe: Typ 40A80L6V13 ⁵ Abm.: 400x60x127 – DIN 69120 Schleifscheibe gut kühlen wegen Hitzeentwicklung	Schnitttiefe: $a = 0,008$ mm Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion

Legierung: VACOFLUX 50 (Analyse: 49 % Co/1,9 % V/Fe Rest)

Verformung	Schnittgeschwindigkeit V_c (m/min)	Vorschub f (mm/Umdreh.)	Werkzeug	Bemerkung
Drehen ¹	50 - 150	0,10 - 0,40	Plattensorte: Hartmetall-Wendeplatte Qualität: P 10 - P 25	Schnitttiefe: $a = 5$ mm Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion Freiwinkel: 7° Späne brechen sehr schlecht
Abstechen ²	$n =$ Umdrehungen/min 50 - 150	0,05 - 0,15	Werkzeug: Hartmetall-Stechplatte, beschichtet (Zinner: ZG 30) ⁴	Schnitttiefe: $a = 4$ mm Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion Kühlmittel wird sehr warm
Bohren ³	$n =$ Umdrehungen/min a) 250 - 1000 b) 100 - 1250	a) Handvorschub b) 0,05 - 0,20 (autom. Vorschub)	Werkzeug: HSS-Bohrer a) Standardbohrer b) Standardbohrer mit TiN-Beschichtung	Handelsübliche Bohrer Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion Beim Austritt des Bohrers leichtes Ausplatzen der Kanten
Fräsen	a) 20 - 50 b) 20 - 50	$fz =$ mm/Fräserzahn a) 0,10 b) 0,02 - 0,08	a) Messerkopf: 100 mm \emptyset P 10 - P 25 (runde Wendeschneidplatten) b) VHM Fräser: 16 mm \emptyset (TiAlN)	Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion Kanten platzen aus, hohe Ab- nutzung der Wendeschneidplatten
Flach-Schleifen	Umfangsgeschwindigkeit: 32 (m/sec)	–	Schleifscheibe: Typ 40A80L6V13 ⁵ Abm.: 400x60x127 – DIN 69120 Schleifscheibe gut kühlen wegen Hitzeentwicklung, lange ausfeuern	Schnitttiefe: $a = 0,003$ mm pro Zustellung Kühlmittel: 5 % Schneidöl-Emulsion Kanten platzen aus

¹ Abmessung: 50 mm \emptyset

² Abmessung: 40 mm \emptyset

³ Bohrer: 10,5 mm \emptyset

⁴ Fa. Zinner GmbH, Karl-Martell-Str. 35, 90431 Nürnberg

⁵ Fa. Krebs & Riedel, Bremer Str. 24, 34385 Bad Karlshafen

Herausgegeben von der VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG, Hanau, September 2021

© VACUUMSCHMELZE 2021. Alle Rechte vorbehalten.

© ist ein eingetragenes Warenzeichen der VACUUMSCHMELZE GmbH & Co. KG