

Befestigungstechniken von Drähten und Kabeln auf Oberflächen bei hohen Zentrifugalkräften

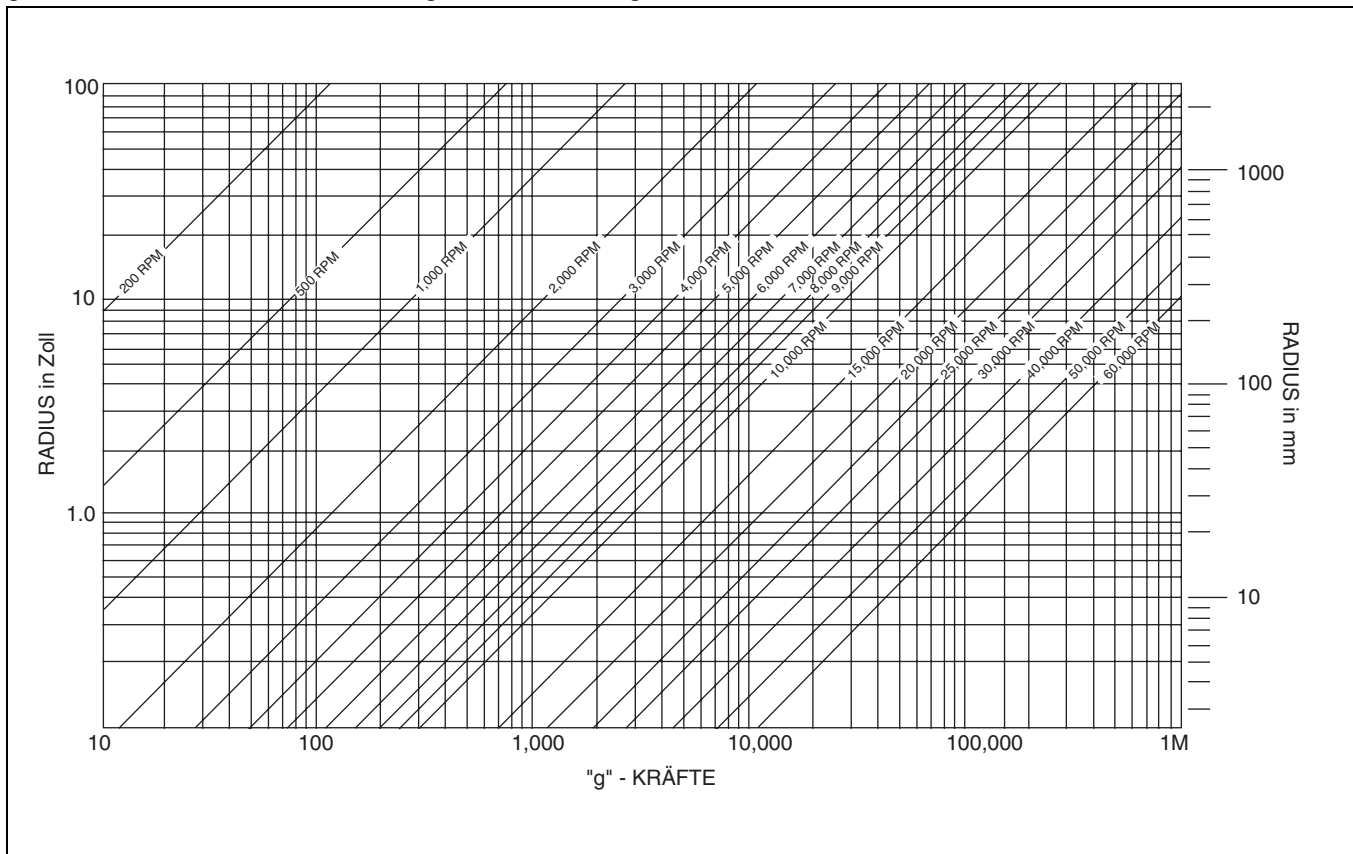
Einführung

DMS werden häufig zu spannungsanalytischen Zwecken auf rotierenden Teilen, z. B. Kompressor- oder Turbinenrotoren, Antriebswellen, Rädern, Zahnrädern und dergleichen angewandt. Bei großen Strukturen, oder wenn hohe Geschwindigkeiten vorliegen, können Zentrifugalkräfte auftreten, die mehrere hunderttausendmal größer sein können als die Kräfte aufgrund der normalen Erdbeschleunigung. Die Beschleunigungskräfte eines mit 50.000U/min drehenden Teils, welches einen Radius von 75mm hat, liegen beispielsweise bei 200.000g. Das unten gezeigte Diagramm gibt einen Überblick über die bei bestimmten Radien und Drehzahlen auftretenden Beschleunigungskräfte.

Bei DMS-Anwendungen, die hohen Zentrifugalkräften ausgesetzt sind, ist also nicht nur eine gute DMS-Klebung

wichtig, sondern die Sicherung der Verdrahtung hat eine ebenso große Bedeutung, um Schäden an den DMS zu vermeiden. Auch der Temperatureinsatzbereich und andere Umgebungsfaktoren werden die Auswahl von Verdrahtungsmaterial, Lötzinn, Befestigungstechnik und Schutzabdeckungen beeinflussen.

Für Langzeitanwendungen mit Arbeitstemperaturen zwischen -75°C und $+200^{\circ}\text{C}$ und bei kurzzeitigen Messungen bis etwa $+260^{\circ}\text{C}$ ist M-Bond GA-61 sowohl als Kleber wie auch als Schutzabdeckung das empfohlene Material. M-Bond GA-61 kann durch M-Bond AE-10 oder M-Bond AE-15 ersetzt werden, wenn die Temperaturen -75°C bis $+95^{\circ}\text{C}$ in keiner Richtung überschreiten. Das unterschiedliche Installationszubehör, das in diesem TechTip erwähnt wird, ist in unserem Katalog A-110 für das gesamte DMS-Zubehör beschrieben.



Befestigungstechniken von Drähten und Kabeln auf Oberflächen bei hohen Zentrifugalkräften

Klebefestigung von Verdrahtungen

Schritt 1

Der Oberflächenbereich, entlang dem die Drähte geführt werden sollen, wird chemisch gereinigt, wobei die Prozeduren angewandt werden sollen, die bei der Oberflächenvorbereitung zur DMS-Klebung gelten.

Schritt 2

Mit MJG-2 Mylar[®]-Tape eine Maske herstellen, um den mit Kleber zu benetzenden Bereich auf die notwendige Fläche zu begrenzen.

Schritt 3

Mit einem Spatel eine dünne, gleichmäßige Schicht M-Bond GA-61 auftragen. M-Bond AE-10 oder AE-15 erlauben das Auftragen mit einem Pinsel. Mylar[®]-Tape entfernen und M-Bond GA-61 1 Stunde bei +175°C aushärten. M-Bond AE-10 oder AE-15 bei niedrigeren Temperaturen (s. Gebrauchsanweisung für diese Kleber).

Achtung: Nicht ausgehärtete Klebersysteme vorsichtig handhaben. Um Hautkontakt zu vermeiden, immer mit Schutzhandschuhen arbeiten. Ist Hautkontakt mit Harz erfolgt, sofort mit Wasser und Seife gründlich waschen.

Schritt 4

Oberfläche der ausgehärteten Kleberschicht mit SCP-3 Schmirgelpapier (Körnung 400) oder Bimssteinpulver leicht anschmirgeln, sodass ein mattes Oberflächenfinish zum Auftragen weiterer Kleberschichten entsteht.

Schritt 5

Entsprechendes Verdrahtungsmaterial auswählen. Drähte/Litzen mit PVC- oder Teflon[®]-Isolation werden für hohe Beschleunigungsfelder nicht empfohlen, da sich das Leitermaterial aus der Isolation herauschieben kann. Drähtchen mit Lackfilm-Isolation wie 130-AWN, 130-AWQ, 134-AWN, 134-AWP, 134-AWQ oder 136-AWP sind empfehlenswert. Isolationsfreie Kupfer- oder verzinnete Kupferdrähte können benutzt werden, wenn der Vorgehensweise zur Isolation in diesem TechTip gefolgt wird.

PVC- oder teflonisierte Drähte können benutzt werden, wenn man im Bereich hoher g-Felder die Drähte abisoliert und die Isolation am Draht nur im Bereich niedriger Beschleunigung (in der Nähe des Rotationszentrums) belässt, um so ein Kabelspleißen zu vermeiden.

Schritt 6

Drähtchen am DMS anlöten mit einem Lötzinn, welches einen Schmelzpunkt von +220°C oder höher hat.

Achtung: Die Messtemperatur muss stets mindestens 20K unter dem Schmelzpunkt des Lötzinns bleiben.

Schritt 7

Drähtchen gut mit M-Prep Neutralizer 5A säubern und mit Heißluft oder einer anderen wirksamen Methode trocknen.

Schritt 8

Drähte entlang der gedachten Route auslegen und alle 25mm mit Draht oder Mylar[®]-Tape niederhalten.

Schritt 9

Mit dem Spatel kleine Mengen von M-Bond GA-61 auf die Drähtchenbereiche zwischen den Niederhaltepunkten auftragen. Darauf achten, dass keine Luftblasen eingearbeitet werden. Harz hinreichend aushärten, typischerweise etwa 1,5 h Stunde bei +150°C.

Schritt 10

Niederhalter-Tape oder -Draht entfernen und dort ebenfalls M-Bond GA-61 auftragen. 2 Stunden bei +175°C oder 1 Stunde bei +190°C komplett aushärten.

Schritt 11

Sind aerodynamisch günstige Oberflächenformen erforderlich, mehrere Schichten auftragen. Jede Schicht leicht anschmirgeln, um gute Klebehaftung zwischen den Schichten zu erreichen. Ist eine hinreichend hohe Kontur aufgebaut, mit Schleiftechnik auf aerodynamisch erforderliche Form abschleifen. Eine letzte dünne Schicht ergibt dann eine glatte, glänzende Oberfläche.

Methode mit Glasfasergewebe

Die folgende Vorgehensweise kürzt den Klebeprozess für Drähtchen beträchtlich ab. Allerdings kann sie die Steifigkeit und die Eigenfrequenz bei Anwendung auf Werkstoffen niedrigen E-Moduls stark beeinflussen.

Schritt 1

Chemische Reinigung der Oberfläche (s. *Schritt 1* des vorigen Kapitels).

Schritt 2

Verdrahtungsmaterial auswählen (s. *Schritte 5, 6 und 7* des vorhergehenden Kapitels).

Schritt 3

FGC-1 Glasfasergewebe auf gewünschte Länge schneiden. Eine zweite Schicht Glasfasergewebe wird benötigt, wenn nicht-isolierte Drähte benutzt werden, oder wenn lackfilmierte Drähte über ihrer spezifizierten Anwendungstemperatur eingesetzt werden.

[®]Mylar und Teflon sind eingetragene Warenzeichen von DuPont.

Befestigungstechniken von Drähten und Kabeln auf Oberflächen bei hohen Zentrifugalkräften

Schritt 4

Glasfasergewebe auf eine saubere Glas- oder Metallplatte legen. Mit dem Spatel eine großzügige Menge von M-Bond GA-61 in das Gewebe einarbeiten. Umdrehen, und von der anderen Seite ebenfalls Kleber einarbeiten, sodass die gesamte Gewebedicke mit Harz gefüllt ist. Wenn notwendig, die Gewebebreite beschneiden, um Fransenbildung zu vermeiden. Schere danach sofort mit Lösungsmittel abwischen (GC-6 Isopropyl-Alkohol, CSM-1A oder dergleichen).

Achtung: Hautkontakt mit Kleber vermeiden (s. Hinweis unter *Schritt 3* im vorhergehenden Kapitel).

Schritt 5

Klebebandmaske auf der Oberfläche herstellen (s. *Schritt 2* im vorhergehenden Kapitel), dann die eingegrenzte Fläche mit einer dünnen Schicht des Klebers benetzen.

Schritt 6

Das erste mit Harz getränkte Gewebestück auf die Oberfläche aufpressen (dieser *Schritt* entfällt, wenn mit isolierten Drähten gearbeitet wird).

Schritt 7

Drähte auf das Gewebe legen und mit geeignetem Werkzeug etwas eindrücken. Drähte leicht voneinander getrennt halten. Drähte mit Harz benetzen. Einarbeiten von Luftblasen vermeiden.

Schritt 8

Zweite Gewebeschicht auf die Drähte auflegen und anpressen.

Schritt 9

Das Ganze jetzt mit einem Streifen TFE-1 Teflon®-Film abdecken, Silikongummiplatte SGP-2 auflegen und dünne, entsprechend konturierte Aluminiumdruckplatte aufpressen. Mit Mylar®-Tape fixieren. Anpressdruck während des Aushärtens aufrecht erhalten.

Schritt 10

Bei Anwendung mit M-Bond GA-61 2 h bei +175°C aushärten. Bei Anwendung mit M-Bond AE-10 erfolgt das Aushärten für 1 h bei +65°C oder 6 h bei Raumtemperatur.

Schritt 11

Anpressmaterial entfernen. Ist eine zusätzliche Harzschicht erforderlich, wird die entstandene Oberfläche leicht angeschmirgelt und die zusätzliche Schicht aufgebracht und ausgehärtet. Eine dünne letzte Schicht wird eine glatte, glänzende Oberfläche ergeben.