

DMS-Installation und Schutzabdeckung unter Messfeldbedingungen

Einführung

Bei DMS-Installationen im Messfeld, also nicht unter Labor- oder Werkstattbedingungen, ist der Messtechniker mit einigen eher außergewöhnlichen "Problemen" konfrontiert, besonders, wenn es sich um Langzeitmessungen handelt und diese an massiven Strukturen oder unter ungünstigen Umgebungsbedingungen durchgeführt werden müssen.

Unter einigen Messfeldbedingungen kann z. B. eine "richtige" Oberflächenvorbereitung zur DMS-Klebung schwierig, wenn nicht gar unmöglich sein, und darüber hinaus ist die für die Kleberaushärtung erforderliche Temperatur nicht zu erreichen.

Dieser Instruktions Bulletin gibt Empfehlungen für die DMS- und Messkabelauswahl, die Installationsarbeiten und Schutzabdeckungen, um die messtechnische Leistung der DMS-Installation unter den gegebenen Umständen zu maximieren. Wann immer möglich, sollte bei der Vorbereitung der Oberfläche des Messobjekts übereinstimmen mit den Prozeduren, die im Instruktions Bulletin B-129 dargestellt sind. Die entsprechende Vorbereitung einer Fläche, deren Grenzen um mindestens 50mm über die DMS-Ränder hinausgehen, ergeben eine optimale Klebefläche sowohl für den Kleber als auch die anzuwendende Schutzabdeckung. Im manchen Fällen kann es notwendig werden, die Instruktionen des Instruktions Bulletin B-129 den Messfeldbedingungen anzupassen, immer mit dem Wissen, dass verkürzte oder weggelassene Arbeitsschritte Leistung und Lebensdauer der Messstelle beeinträchtigen können.

DMS-Auswahl

Aufklebbare DMS

Aufklebbare DMS sind aufschweißbaren vorzuziehen, wenn höchstmögliche Messgenauigkeit gewünscht wird.

Ist eine Kleberaushärtung möglich, kommen folgende DMS-Serien von Vishay Micro-Measurements zur Auswahl infrage: CEA, L2A und C2A; die Serien EA, WA oder WK mit Option W; die Serie CEA mit Option P2 oder die Serie EA mit Option P.

Der während der Kleberhärtung aufzubringende Anpressdruck kann spezielle Anpressdruckvorrichtungen erforderlich machen. Dabei kann es sich um einfache Gewichte handeln oder um Federvorrichtungen, die mit Schrauben oder Magneten fixiert werden; es können aber

auch Anpressklammern, Gummibänder oder Vakuumvorrichtungen zum Einsatz kommen. Es ist hier auf den Instruktions Bulletin TT-610 hingewiesen. Die erforderlichen Aushärtetemperaturen für den Kleber erzielt man oft mit stark hitzeabstrahlenden Lampen (z. B. Quarzlampen), mit Heißluftgebläsen, Heizkissen oder Heizbändern. Zyanacrylat-Kleber wie M-Bond 200 sind deshalb beliebt, weil sie unter einfachen Temperaturbedingungen rasch aushärten. Allerdings muss die Bauteiloberfläche auf mindestens 20°C vorgewärmt werden, bevor mit M-Bond 200 geklebt wird. Der Kleber sollte nicht angewandt werden, wenn die Lebensdauernforderungen an die Messstelle sechs Monate überschreiten.

Im DMS Data Book finden sich komplette Beschreibungen der DMS. Das in diesem Instruktions Bulletin angeführte verschiedene Installationszubehör ist in DMS-Zubehör Data Book detailliert aufgelistet und beschrieben, und ist von allen Niederlassungen und Vertretungen oder von Vishay Micro-Measurements direkt beziehbar.

Aufschweißbare DMS

Wenn die schiere Größe oder die Wetterbedingungen im Messfeld eine Kleberaushärtung nicht erlauben, sind aufschweißbare DMS eine alternative Lösung für die DMS-Installation. Aufschweißbare DMS bestehen aus speziell hergestellten Folien-DMS, die auf einen Metallträger geklebt sind, um sie so mittels eines Punktschweißprozesses auf die Bauteiloberfläche installieren zu können. Obwohl diese DMS teurer sind als konventionelle aufklebbare, bleiben die Gesamtinstallationskosten wegen der kürzeren Installationszeit und dem Wegfallen der Anforderungen für die Kleberhärtung erheblich niedriger.

Die aufschweißbaren DMS sind im DMS Data Book detailliert beschrieben, und Einzelheiten zur Installation sind im Instruktions Bulletin B-131 zu finden.

Ob aufklebbar oder aufschweißbar, ein DMS mit vollgekapseltem Messgitter wird immer maximale Stabilität sicherstellen, und ein DMS-Widerstand von 350 minimiert die Fehler aus dem Empfindlichkeitsverlust aufgrund des Messkabelwiderstands. Wird in Temperaturbereichen unter -45°C und über +65°C maximale Messgenauigkeit gewünscht, ist der Einsatz von DMS mit der Messgitterlegierung Karma zu empfehlen.

DMS-Installation und Schutzabdeckung unter Messfeldbedingungen

Messkabel

Auswahl

Die Auswahl des richtigen Kabeltyps und der richtigen Kabelgröße hilft die Stabilität der Messdaten sicherzustellen. Die Aufnahme von Feuchtigkeit durch die Kabel kann scheinbare DMS-Instabilität und Drift zur Folge haben; deswegen sollte vor der Installation die Feuchtigkeitsdichte der Kabelisolation getestet werden.

Sind lange Messkabel erforderlich, wählt man möglichst große Querschnitte, um den Kabelwiderstand zu minimieren. Dieser sollte unter 1% des DMS-Widerstands liegen. Viertelbrückenschaltungen (also ein einzelner DMS) sind vorzuziehen, um Temperatureinflüsse auf die Verdrahtung und den Empfindlichkeitsverlust aus dem Kabelwiderstand zu minimieren.

Wenn Kabelstücke zum Erreichen einer gewünschten Länge zusammengesetzt werden, z. B. durch Spleißen, kann die Spleißstelle gegen Feuchtigkeit und Wasser mittels Schrumpfschlauch HST-1 geschützt werden. Dieser Schrumpfschlauch ist geeignet für isolierte Kabel in einem Größenbereich zwischen 18 und 34 AWG. Ein noch weitergehender Schutz der Messkabel bei Langzeitmessstellen wird erreicht, indem die Kabel in einem wasserdichten Röhrchen geführt werden.

Vorbereitung

Eine häufige Ursache für Messstellenversagen ist eine inadäquate Verbindung des Schutzabdeckmittels für die Messstelle und der Messkabelisolation im Bereich des Kabelaustritts aus dem unmittelbaren DMS-Bereich. Ohne eine wirksame Versiegelung kann dort Feuchtigkeit durch Kapillarwirkung leicht und sehr rasch eindringen, und somit ist dieser Bereich für erfolgreiche Langzeitmessungen von großer Bedeutung.

Vinylisolierte Kabel sollten mit einer Schicht M-Coat B versehen werden, einem lufttrocknenden Nitrilgummi. Unbehandelte Teflon[®]-Isolation (Eingetragenes Warenzeichen von Dupont) muss mit dem Mittel TEC-1 Tetra-Etch[®] (eingetragenes Warenzeichen von W.L.Gore) behandelt werden. Dabei sollten die Leiter von Mehrleiter-Flachkabel voneinander getrennt werden, damit Tetra-Etch[®] um jeden Einzelleiter herum wirksam werden kann.

Thermisches Abisolieren der Leiter nach dieser Bearbeitung verhindert den unerwünschten Kontakt des blanken Kabels mit dem Aufbereitungsmittel.

Anlöten

DMS-Installationen im Messfeld scheitern häufig an falscher Auswahl des Lötzinns oder ungenügender Reinigung von Flussmittelresten. Im Allgemeinen sind Flussmittel hygroskopisch, und wenn sie nicht komplett entfernt werden, tragen sie zur DMS-Instabilität und eventueller Drift bei. Für DMS-Anwendungen werden Kollopho-

nium-Flussmittel empfohlen, die durch sorgfältiges Abwaschen mit RSK-1 Rosin Solvent entfernt werden können.

Einige industrielle Flussmittel, besonders Zinkchlorid-Paste sind für DMS-Installationen nicht geeignet. Lötmittel von Vishay Micro-Measurements sind besonders im Hinblick auf DMS-Anwendungen ausgesucht.

Detaillierte Informationen über die Verdrahtungsmaterialien und Lötmittel finden sich in DMS-Zubehör Data Book.

Schutzabdeckmittel

Um maximale Stabilität der DMS zu erreichen, verlangt die Installation eine Versiegelung mit einer Schutzabdeckung, die von vornherein chemisch stabil und gegen die Durchlässigkeit von Wasserdampf hoch resistent ist. Oft ist ein zusätzlicher mechanischer Schutz vonnöten, um die Messstelle z. B. gegen Erdauffüllung, Betongießen, Werkzeugeinwirkungen oder bei Montagearbeiten vor Zerstörung zu bewahren.

Feuchtigkeit ist die häufigste allgemeine Ursache für Messstellenversagen von Messfeldinstallationen. Eindringen von Feuchtigkeit hat gewöhnlich einen niedrigen Isolationswiderstand zwischen DMS und Messobjekt zur Folge, ruft Kriechströme und elektrisches Rauschen hervor und bewirkt eine Desensibilisierung der Messstelle. Auch können Messgitterkorrosion und Kurzschlusspfade im Messgitter auftreten, was sich in positiver oder negativer Drift des Ausgangssignals bemerkbar macht, je nach dem welcher der beiden Faktoren überwiegt.

Es ist zu bedenken, dass ein gutes Schutzabdeckmittel nicht nur Feuchtigkeit von der Messstelle abhält, sondern diese auch einschließt, so sie zur Zeit der Installation vorhanden war. Will man bei hoher Umgebungsfeuchtigkeit ein Maximum an DMS-Stabilität erreichen, ist es vor Aufbringen der Schutzabdeckung wichtig, die Installation so lang zu erwärmen, bis alle Feuchtigkeit entfernt ist. Außerdem sollte die Abdeckung wirklich sofort nach der DMS-Klebung und Verdrahtung aufgebracht werden, um von vornherein zu verhindern, dass sich im Messstellenbereich viel Feuchtigkeit ansammeln kann.

Für eine gründliche, hochwirksame Schutzabdeckung im Messfeld ist das Schutzabdecksystem M-Coat F eine exzellente Wahl.

Im Instruction Bulletin B-134 ist eine genaue Beschreibung und alle Anwendungshinweise für M-Coat F enthalten. Andere verfügbare Schutzabdeckmittel sind in DMS-Zubehör Data Book zu finden.

DMS-Installation und Schutzabdeckung unter Messfeldbedingungen

Datenerfassung

Eine sachgemäße DMS-Installation und Schutzabdeckung wird unter schwierigen Umgebungsbedingungen eine stabile, driftfreie Messung allein nicht sicherstellen können. Die Messinstrumente und Temperaturänderungen an der Messstelle können die Dehnungsmessung ebenso beeinflussen.

Instrumente

Tragbare Messinstrument sind für Feldmessungen ideal, aber um gute Messgenauigkeit und Reproduzierbarkeit zu erreichen, müssen spezielle Überlegungen beachtet werden. Batteriebetriebene Instrumente sollten mit Überwachungsschaltungen für den Batteriezustand ausgestattet sein, um Empfindlichkeit und Kalibrierung sicherzustellen. Des weiteren unterstützen Geräte, bei denen die DMS nur während der Messung gespeist werden, die Stabilität. Im Instrumenten Bulletin 600, Strain Gage Instrumentation Selection Guide, findet sich eine Reihe hochqualitativer tragbarer Geräteausrüstungen.

Um die Instrumentenstabilität über einen längeren Zeitraum sicher zustellen, ist ein Nullreferenz-Eingang empfehlenswert. Eine solche Eingangsschaltung besteht in der Regel aus einzelnen oder in Vollbrücke geschalteten Präzisionswiderständen, die vor und nach jeder Messsequenz ans Gerät angeschlossen werden, um die Nullpunktstabilität zu überprüfen. Solche Präzisionswiderstände für DMS-Schaltungen sind in DMS-Zubehör Data Book beschrieben.

Werden zwischen den Messungen die Eingangsmesskabel vom Gerät entfernt, sollten die blanken Kabelenden wasserdicht versiegelt werden. Das kann derart geschehen, dass man sie in flüssiges Wachs taucht oder sie in wasserdichten Verbindungsboxen einschließt. Sind die Anschlusskabel mit Steckern versehen, sollten diese einen niedrigen und reproduzierbaren Übergangswiderstand aufweisen.

Temperatureffekte

Natürlich sind für Messungen mit Einzel-DMS (Viertelbrücken) temperatur-selbstkompensierende DMS zu empfehlen. Ein fach- und sachgerecht installierter und verdrahteter DMS sollte über einen Bereich von 5°C bis 50°C ein thermisches Ausgangssignal von weniger als 50µm/m zeigen. Bei größeren Temperaturbereichen ist es sinnvoll, neben der DMS-Messstelle die Oberflächentemperatur des Messobjekts zu messen, dann können mit Hilfe der Informationen aus dem DMS-Datenblatt entsprechende Korrekturen vorgenommen werden. Alternativ ist natürlich immer der Einsatz einer temperaturkompensierenden Halbbrückenschaltung möglich. Sensoren zur Temperaturmessung sind in DMS Data Book zu finden.