

Technische Unterstützung- Rotierende Maschinen

Kommutatoren - Oberflächeninstandhaltung

EINFÜHRUNG

Das erste Ziel in der Instandhaltung oder Überholung eines Kommutators ist die Beseitigung der Unregelmäßigkeiten, die zu einer Beeinträchtigung der Bürstenleistung und reduzierter Einsatzdauer von Bürste und Kommutator führen können. Dieser Abschnitt konzentriert sich auf die Instandhaltung einer ordnungsgemäßen Kommutatoroberfläche, basierend auf der Annahme, dass externe mechanische oder elektrische Ursachen für die Beeinträchtigung des Kommutators (z.B. ein nicht-phasengleicher Läufer) vom Maschinenverwender oder Originalhersteller identifiziert und korrigiert wurden. Wenn der Verdacht besteht, dass sich die Kollektorlamellen bei Normalbetrieb bewegen, dann sollte ein Spezialreparaturfachmann herangezogen werden, damit der Kommutator ausgetauscht oder neu entspannt werden kann, bevor die Oberfläche neu instandgesetzt wird. Regelmäßige Verwendung einer Profilfräse, wie z.B. der MMS6000 wird dabei helfen, zu bestätigen, ob ein Problem hinsichtlich der Bewegung/Verzerrung der Kollektorlamellen besteht.

Nach Bestätigung, dass der Kommutator stabil ist, besteht der nächste Schritt in der Abrichtung. Wie oft dies erforderlich ist, hängt völlig vom Zustand der Oberfläche, wie sauber diese ist sowie den Betriebsbedingungen (insbesondere der Rotationsgeschwindigkeit) des Kommutators ab. Bei langsam laufenden Maschinen ist eine Wartung oft nur selten erforderlich; auch Maschinen mit höherer Geschwindigkeit können mehrere Jahre im Einsatz bleiben, bevor eine formelle Überholung wünschenswert ist. Es hängt jeweils davon ab, wie regelmäßig und sorgfältig eine Reinigung vorgenommen wird. Wenn Schmutz und Ruß in den Glimmervertiefungen oder Kommutatorfahnen anlagern können, dann versagt die Maschine schließlich infolge von niedrigem Spannungswiderstand oder Überschlag. Überschlag tritt auch meistens dann auf, wenn die Glimmerisolierung durch solche Schmutzanlagerungen überbrückt wird. Die anfängliche Einlaufzeit eines neuen Bürstensatzes erzeugt insbesondere lose Kohlenstoffpartikel und Ruß und regelmäßige Prüfung und Reinigung ist während dieser Zeit unerlässlich - ein kleiner, sauberer Pinsel lässt sich hierfür einfach und effektiv zu verwenden.

Zudem soll darauf hingewiesen werden, dass die Farbe der Haut oder Auflage auf dem Kommutator nicht als Hinweis dafür gesehen werden kann, dass der Kommutator überholt werden muss; diese kann erheblich von dunkel bis hell und auch hinsichtlich ihrer Gleichmäßigkeit variieren. Die Färbung steht oft mit den atmosphärischen Bedingungen in Verbindung. Wenn die Färbung konstant und gleichmäßig bleibt, dann besteht kein Grund zur Besorgnis und der Zustand der Maschine sollte als zufriedenstellend erachtet werden.

Hinzu kommt, dass eine aufeinanderfolgende Markierung von Lamellen nicht als Defekt erachtet werden sollte, es sei denn, die betroffene Lamelle wird rau. Diese Art von Markierung geht auf die Verwendung einer Reihe von Spulen in einem Schlitz und die Magnetkupplung zwischen diesen Spulen während der Kommutierung zurück. Der größte Energiebetrag wird in der letzten Spule in jedem Schlitz gewendet und demzufolge besteht die Tendenz, dass die Auflage auf der entsprechenden Lamelle eine dickere Schicht und dunklere Färbung als die vorangehenden Lamellen entwickelt.

Allgemein sind leichte Rillen, die konzentrisch außen um den Kommutator verlaufen, in sich selbst nicht schädlich und erfordern kein Abrichten. Axialfehler und Abstufungen sind jedoch etwas anderes. Sogar

eine Unregelmäßigkeit von lediglich 0,025 mm (0.001") kann die Bürsten genügend beeinträchtigen, um zu Abspalten und Elektrodenüberschlag zu führen, während sich die Bürsten wieder auf der Kommutatoroberfläche positionieren. Es sollte verstanden werden, dass die Art der Materialien in den Bürsten und im Kommutator dazu führt, dass sogar diese kleinen Unregelmäßigkeiten nicht ohne Beeinträchtigung der Bürstenleistung absorbiert werden können.

Eine Kommutatoroberfläche kann auf sieben verschiedene Arten überholt werden, obwohl in Notfällen auch andere Methoden zum Einsatz kommen können. Die anerkannten und zulässigen Verfahren werden nachfolgend in Reihenfolge der Bevorzugung aufgeführt:

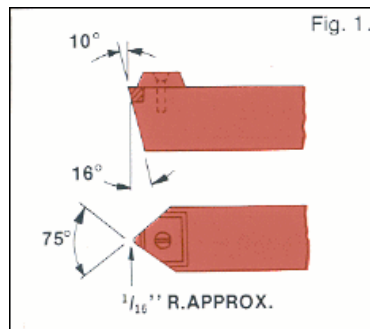
1. Drehen mit einem Werkzeug mit Diamantspitze
2. Drehen mit einem Werkzeug mit Wolframkarbidspitze
3. Schleifen mit einer Schleifscheibe
4. Drehen mit einem Werkzeug aus normalem Schnelldrehstahl
5. Schleifen mit einem 'befestigten' Stein in einer Werkzeugetrichtung
6. Schleifen mit einem Handstein
7. Abschleifen mit einem Schleiftuch

Egal, welche Methode verwendet wird, der Kommutator sollte abgerichtet werden, während er nach Möglichkeit in seinen eigenen Lagern bei Vollgeschwindigkeit läuft. Dies ist besonders wichtig, wenn die Maschine bei Hochgeschwindigkeit operiert. Bevor eine jegliche maschinelle Bearbeitung vorgenommen wird, muss die Tiefe auf dem Unterschnitt an den Glimmern geprüft und mit dem Material, das zur Abrichtung des Kommutators erforderlich ist, verglichen werden. Wenn die Unterschnitte durch den Drehvorgang völlig beseitigt werden, dann ist es äußerst wichtig, dass die Glimmer unterschritten werden, bevor die Drehabrichtung vorgenommen wird; in diesem Fall können die vorhandenen Unterschnitte als Führung für das Unterschnittwerkzeug verwendet werden.

Die sieben spezifizierten Methoden werden nachfolgend einzeln erörtert.

DIAMANTDREHEN

Die schlimmsten Unregelmäßigkeiten sollten zunächst bei langsamer Geschwindigkeit mit einem Wolframkarbidwerkzeug entfernt werden, damit das Diamantwerkzeug keine schwer abgeflachten Stellen, tiefen Rillen usw. bearbeiten muss. Die Schneidspitze des Diamanten sollte einen Winkel von ca. 75° und einen oberen Radius von ca. 1,58 mm (1/16") haben. Form und Schnittwinkel sollten wie auf Abb. 1 gezeigt, geschliffen werden. Während des Diamantdrehens darf die Schnitttiefe nie mehr als 0,013 mm (0.0005") betragen.



Das Diamantdrehen eines Kommutators bei Vollgeschwindigkeit ist möglich und praktikabel. Geschwindigkeiten von bis zu 45 m/s (9000ft/min) wurden gehandhabt - vorausgesetzt, dass die Werkzeugvorrichtung in einer Position, die einen angemessenen, kleinen Überhang des Werkzeugs ermöglicht, gut gestützt wird, wobei das Werkzeug im Verhältnis zur Kommutatormitte radial, jedoch nicht unbedingt horizontal, ausgerichtet sein sollte. Bei großen Kommutatoren sollte die Zustellung motorisiert sein, wobei jedoch in jedem Fall die Zufuhr nicht mehr als 0,13 mm (0.005") pro Umdrehung betragen sollte, da sonst eine Tendenz zu Spiralrillen besteht. Es sollte keine Vibration bestehen, besonders dann nicht, wenn das Drehen bei hohen Rotationsgeschwindigkeiten vorgenommen wird.

ANMERKUNG:

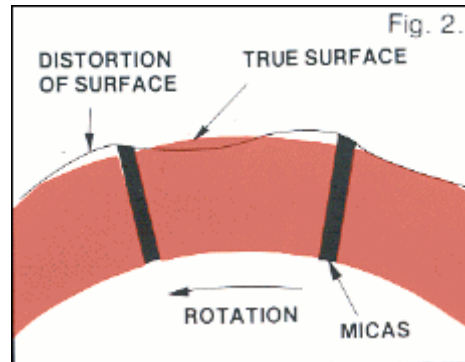
Die hochpolierte - fast glanzgeschliffene - Oberfläche, die durch das Diamantdrehen erzeugt wird, ist für die Bürstenoperation keine geeignete Oberfläche und sollte mit einem Schleiftuch 'aufgeraut' werden. (Bei bündigen Glimmerkommutatoren werden die Glimmer, die nach dem Diamantdrehen normalerweise leicht überstehen (Abb. 3) hierdurch abgeflacht oder leicht unterschritten).)

DREHEN MIT WOLFRAMKARBID

Die allgemeinen Regeln für das Diamantdrehen gelten auch, wenn Wolframkarbidwerkzeuge verwendet werden, obwohl im letzteren Fall die Schleifgeschwindigkeit auf ca. 6000 ft/min (30 m/s) beschränkt ist. Gelegentlich werden schwerere Schnitte vorgenommen, wobei jedoch immer das Risiko besteht, dass die Kommutatorfläche die Art von Verzerrung erleidet, wie sie auf Abb. 2 zu sehen ist.

SCHLEIFEN MIT EINER SCHLEIFSCHEIBE

Bei dieser Methode der Oberflächenerneuerung sollte die Schneidgeschwindigkeit auf ca. 26 m/s (5000 ft/min) gehalten werden, indem eine Schleifscheibe mit einem Durchmesser von 230 bis 250 mm (9 to 10"), die bei einer Geschwindigkeit von nicht mehr als 3000 U/min rotiert, verwendet werden. Hierbei wird gewöhnlich eine mittelharte Karbidscheibe mit Schellackbindung verwendet.



DREHEN MIT EINEM WERKZEUG AUS SCHNELLDREHSTAHL

Obwohl ein Werkzeug aus Schnelldrehstahl bei relativ niedrigen Geschwindigkeiten eingesetzt werden kann, sollte es jedoch nur dann verwendet werden, wenn eine der vorher genannten Methoden nicht geeignet oder verfügbar ist. Die Form des Werkzeugs und die Abstände müssen denjenigen auf Abb. 1 entsprechen.

SCHLEIFEN MIT EINEM 'BEFESTIGTEN' STEIN

Körnung und Härte des 'befestigten' Steins müssen entsprechend der Kupfermenge, die abgetragen werden muss, gewählt werden. Es kann sein, dass der Stein während jedes Übergangs leicht auf den Kommutator vorgeschoben werden muss, damit die Abnutzung des Steins ausgeglichen wird.

SCHLEIFEN MIT HANDSTEIN

Solange der Stein groß genug ist, um einen Bogen von ca. 45° zu bedecken und den korrekten Radius hat, können mit dieser Methode ziemlich unregelmäßige Unregelmäßigkeiten entfernt werden, ohne dass hierbei Exzentrizität ein Problem darstellt. Es muss allerdings vorsichtig vorgegangen werden. Kommutatoren wurden bereits mehr als einmal durch unsachgemäße Verwendung von Handsteinen sehr stark beschädigt. Manchmal werden geringfügige Unregelmäßigkeiten mit diesen Steinen während normalen Maschinenbetriebs entfernt, wobei dieses Vorgehen auf keinen Fall empfohlen werden kann, da es sich nachteilig auf die zu diesem Zeitpunkt verwendeten Bürsten auswirkt.

Wenn immer ein Schleifen mit Handstein vorgenommen wird, muss für den letzten Schnitt auf jeden Fall ein feiner Stein verwendet werden.

SCHLEIFTUCH

Für diese Methode der Überholung der Kommutatorfläche sollte nur ein Siliziumkarbidtuch verwendet werden. Ein Schmiergeltuch sollte so weit wie möglich vermieden werden. Die Verwendung von Siliziumkarbidtüchern ist normalerweise auf Reinigungsvorgänge beschränkt (d.h. die Entfernung von Hautbildung, Gasschichten, Glasur usw.), obwohl geringfügige Unregelmäßigkeiten oder Brennsuren ebenfalls ohne Beeinträchtigung der Abrichtung der Oberfläche entfernt werden können. Der Tuch- oder Papierstreifen muss lang genug sein, um mindestens um 150° der Kommutatorfläche zu umgeben und an beiden Enden gut festgehalten werden können.

Fingerdruck auf dem schleifenden Teil des Tuchs ist zu vermeiden, da hierdurch eine Rundung auf dem Segment entsteht.

Egal, welche Methode eingesetzt wird, eine endgültige Oberflächenbeschaffenheit sollte mit 150 - 200 Siliziumkarbidpapier oder -tuch oder einem entsprechenden Material erzielt werden, nachdem die Glimmer vertieft wurden.

KOMMUTATORHAUT

Allgemein ist es besser, eine natürliche Entwicklung der Hautschicht durch Ablagerungen von den Bürsten auf dem Kommutator zuzulassen, nachdem die Oberfläche ihre Endbearbeitung erhalten hat. Idealerweise nicht glatter als 25 Mikrozoll (6 x 10⁻⁴ mm oder 635 Nanometer) sollte die Bürste ihre eigene natürliche Graphithautschicht ohne Hilfe von einer anderen Quelle entwickeln können. Es wird jedoch erkannt, dass es bei außergewöhnlich schwierigen örtlichen Bedingungen notwendig sein kann, von dieser Regel abzuweichen.

VERTIEFUNGSBILDUNG

Nach dem Drehen eines Kommutators und nachdem er seine letzte Bearbeitung mit Siliziumkarbidpapier erhalten hat, müssen die Glimmer geprüft und gegebenenfalls vertieft eingesetzt werden. Dieser Vorgang muss äußerst vorsichtig erfolgen und es müssen ausreichende Vorkehrungen getroffen werden, damit die neu gedrehte Oberfläche nicht beschädigt wird. Die Tiefe der Vertiefung sollte die Breite nicht überschreiten und die Wände des Segments dürfen keine Spur von Glimmer aufweisen; ein dünner Span ist manchmal problematischer als ein anliegender Glimmer. Obwohl für diesen Vorgang viele Werkzeuge und Methoden vorgeschlagen wurden, ist das nützlichste Werkzeug möglicherweise ein Stück Hubsägeblatt, das in einem Feilengriff gehalten wird. Ein hakenartiger Schaber ist zur Säuberung der Segmentwände nützlich.

Wenn der Glimmer sauber unterschritten wurde, müssen die Segmentkanten um ca. einen halben Millimeter bei 45° abgeschrägt werden. Obwohl hierfür oft eine Dreiecksfeile verwendet wird, ist das schnellste und effizienteste Werkzeug ein kleiner Schaber in Form einer 90° V-Form mit einer leichten Harke. Dieses Werkzeug schrägt, wenn es an den Kanten der Vertiefung mit der Spitze des V nach innen entlang gezogen wird, effektiv die beiden nebeneinander liegenden Segmente gleichzeitig ab. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Kommutatoroberfläche nicht zerkratzt wird.

Wenn die Vertiefung und Abschrägung erfolgt sind, dann müssen die Vertiefungen gründlich mit einer steifen Bürste oder Faserschabern oder ähnlichem gesäubert werden. Die endgültige Bearbeitung sollte vorgenommen werden. Es ist äußerst wichtig, dass alle Kupferspäne völlig von den Glimmern, den Läuferseinheiten und dem Statorfeldsystem nach bedarf mit einer Bürste oder einem Staubsauger entfernt werden.

Diese Veröffentlichung befasst sich größtenteils mit unterschrittenen Kommutatoren, da anliegender Glimmer heute, abgesehen von Kleinmotoren und Spezialmaschinen, deren Kommutatoren normalerweise auf einer Drehbank gedreht werden, nicht angetroffen wird. Technisch gesehen gibt es eigentlich keinen anliegenden Glimmer. Wenn ein derartiger Kommutator mit einem Diamantwerkzeug gedreht wird, dann steht der Glimmer ca. 0,005 mm (0.0002") hervor (Abb. 3a). Wird er jedoch mit einem Wolframkarbidwerkzeug gedreht, dann neigt der Glimmer zu Vertiefung (Abb. 3c). Das gleiche Ergebnis wird erzielt, wenn die Oberfläche ihre endgültige Bearbeitung mit einem Schleifmaterial, wie z.B. Siliziumkarbidpapier, erhält.

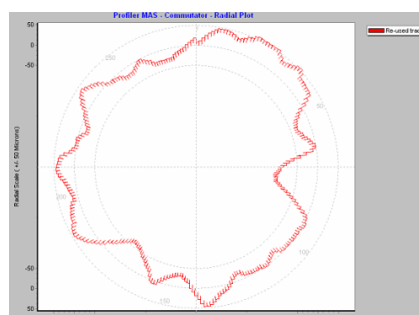
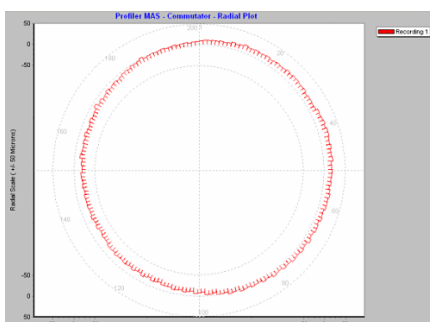
Es ist offensichtlich nicht ratsam, dass Bürsten auf einem Kommutator mit anliegendem Glimmer laufen, der mit einem Diamanten gedreht wurde, ohne dass zunächst der hervorstehende Glimmer mit Siliziumkarbidpapier behandelt wurde.

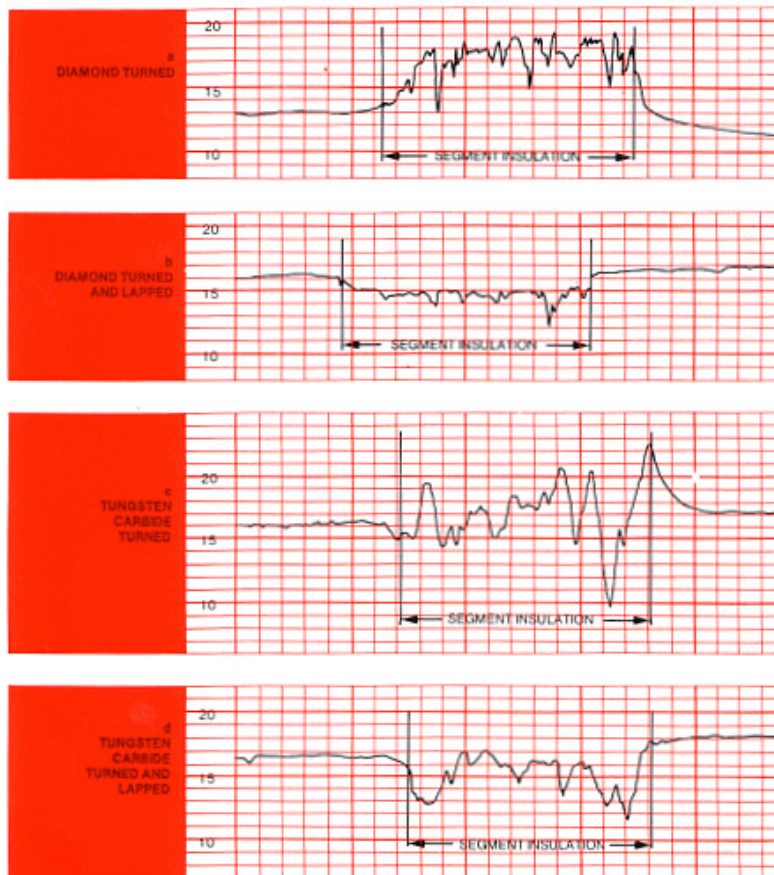
ABLESUNG ÜBER DEN GESAMTEN MESSBEREICH UND UNTERSCHIEDE VON SEGEMENT ZU SEGEMENT

Eine Bestimmung der Ablesung über den gesamten Messbereich am Kommutator ist nicht von Bedeutung und nicht wichtig, wenn Umdrehungen pro Minute niedrig sind, da das Bürstengetriebe allgemein einen gewissen Grad an Exzentrizität handhaben kann, ohne dass die Leistung der Bürsten beeinträchtigt wird.

Der wichtigste Faktor ist der Unterschied in der Ablesung zwischen benachbarten Segmenten. Dieser Unterschied sollte so klein wie möglich sein, denn, während eine Exzentrizität von bis zu 0,1 mm für den ganzen Kommutator toleriert werden könnte, kann ein Unterschied von mehr als 0,025 mm zwischen benachbarten Segmenten die Bürsten genügend beeinträchtigen, um zu späteren, ernsthaften Problemen zu führen.

Abschließend sollte festgestellt werden, dass man, wenn eine Maschinen zufriedenstellend läuft und der Kommutator keinen starken und fortlaufenden Verschleiss zeigt, NICHT EINGREIFEN SOLLTE. Es werden mehr Probleme verursacht als gelöst, wenn Kommutatoren gedreht oder überholt werden, weil sie ein wenig wellig, fleckig oder eingekerbt erscheinen und sozusagen keine glatte, polierte 'Bilderbuch'oberfläche aufweisen.





Skala: Vertikal 40 Mikrozoll pro Unterteilung
VERGLEICH VERSCHIEDENER OBERFLÄCHENAUFLAGEN