

Minimierung von Motorvibrationen für zahnmedizinische Handgeräte

12 November 2024

Vibrationen sind der Feind aller zahnmedizinischen Handgeräte. Um die Präzision eines zahnärztlichen Eingriffs zu maximieren und den Komfort des Patienten zu optimieren, muss das Gerät pulsationsfrei sein oder frei von jeglicher Resonanz. Der Motor ist die primäre Vibrationsquelle, daher muss seine Konstruktion sorgfältig überdacht werden. Hierzu gehört auch die Fähigkeit, der anspruchsvollen Autoklavumgebung für die Sterilisation standzuhalten.

Milind Shinde, Design & Development Manager bei Portescap, spricht über die wichtigsten Überlegungen bei der Auslegung von Motoren.

Heutzutage sind elektrisch betriebene Handwerkzeuge für eine Vielzahl von Eingriffen in der modernen Zahnmedizin unerlässlich, von der Kronen- und Veneerpräparation bis hin zur operativen Zahnmedizin. Im Vergleich zu ihren pneumatisch angetriebenen Vorgängern erzielen elektrische handgeführte Dentalwerkzeuge ein besseres Ergebnis für den Patienten, wobei ihr konstantes Drehmoment und ihre Drehzahlausgabe die Präzision und Zuverlässigkeit verbessern. Diese Eigenschaften erhöhen auch den Patientenkomfort, während sie dem Zahnarzt die Verwendung von Elektrowerkzeugen über einen längeren Zeitraum erleichtern.

Grundlegend für ein elektrisch betriebenes Dentalhandwerkzeug ist der Motor, der es antreibt. Bürstenlose Miniatur-Gleichstrommotoren (BLDC) werden aufgrund ihrer Vorteile bei der Präzisionssteuerung im Vergleich zu herkömmlichen Bürsten-Gleichstrommotoren bevorzugt. Das höhere Drehmoment ermöglicht ein kompakteres Design und eine Konstruktion mit geringerer Masse, was die Handhabung und den Betrieb für den Zahnarzt über längere Zeit verbessert. Ebenso sind BLDC-Motoren effizienter, was besonders bei Akku-Werkzeugen wichtig ist, da dies den Einsatz eines kleineren, leichteren Akkus ermöglicht.

Die Herausforderung des Autoklaven

Für eine lange Lebensdauer und reduzierten Wartungsaufwand senkt die bürstenlose Konstruktion auch den mechanischen Verschleiß. Obwohl das BLDC-Design die Lebensdauer verbessert und ein abgedichtetes Gehäuse Flüssigkeiten und Ablagerungen standhält, die bei chirurgischen Eingriffen inhärent sind, stellt der Autoklavierzyklus in der Regel die größte Herausforderung für den Zustand des Motors dar. Als Standard-Sterilisationsmethode zwischen zahnärztlichen Eingriffen entfernt das Autoklavieren Bakterien, Viren und andere Krankheitserreger. Bei diesem Verfahren werden die Instrumente hohen Temperaturen und Druckdampf ausgesetzt. In der Regel umfasst dies einen 20-minütigen Zyklus, bei dem das Gerät Dampf mit einer Temperatur von bis zu 135 °C und einem Druck von 0,5 bis 2 bar ausgesetzt wird.

Das Autoklavieren kann nicht nur die elektrische Integrität des BLDC-Motors beeinträchtigen, wenn er nicht ausreichend geschützt ist, sondern wiederholtes Autoklavieren kann auch zu einer allmählichen Zersetzung der Materialien der Motorkomponenten führen. Dies kann ungewollte Bewegungen zur Folge haben, die Vibrationen und Geräusche verursachen. Vor allem aber beeinträchtigen erhöhte Vibrationen die Präzision der Steuerung und mindern die Qualität des

zahnärztlichen Eingriffs. Erhöhte Vibrationen und Geräusche verringern nicht nur den Patientenkomfort, sondern erhöhen auch die physische und psychische Belastung für den Zahnarzt, insbesondere bei wiederholter, langfristiger Exposition.

Vibrationssteuerung

Aus diesen Gründen integrieren die neuesten BLDC-Motordesigns für handgeführte Dentalwerkzeuge in der Regel eine Vielzahl von Maßnahmen, um inhärente Vibrationen zu minimieren und vor Vibrationen zu schützen, die sich durch wiederholte Autoklavierzyklen entwickeln. Die häufigste Konstruktionsüberlegung bezieht sich auf das Feinauswuchten des Rotors, nicht zuletzt, weil der Rotor die Komponente ist, die am wahrscheinlichsten Vibrationen verursacht, wenn er nicht ordnungsgemäß ausgewuchtet ist. Der Großteil der unausgewuchteten Masse stammt in der Regel vom Magneten, und um dies zu beheben, können separate Auswuchtringe an der Welle angebracht werden. Durch die schrittweise Einstellung mit fortschrittlichen Auswuchtmaschinen kann die Rotorunwucht praktisch beseitigt werden.

Eine weitere häufige Vibrationsquelle, die durch das Autoklavieren verstärkt wird, ist die Bewegung der Magnete. Magnete werden in der Regel auf die Welle geklebt. Für eine ausreichende Haftung muss ein Mindestabstand zwischen Welle und Innendurchmesser des Magneten vorhanden sein. Das Autoklavieren kann die Haftung des Klebstoffs beeinträchtigen, was zu einer Bewegung des Magneten führen kann. In diesem Fall kann bereits eine geringfügige Änderung der Position, die zu einer Verschiebung zur Motorachse führt, Vibrationen verursachen. Um dieses Problem zu mindern, können Motorenkonstrukteure ein gestuftes Wellendesign verwenden, um den Innendurchmesser des Magneten auszurichten und zu führen, was eine gleichmäßigere Oberfläche für die Klebstoffverteilung bietet.

Allmähliche Zersetzung

Ein weiteres Bauteil, das Kugellager, besitzt von Natur aus ein Radialspiel, das Motorschwingungen erheblich beeinflussen kann. Dieses kann durch eine spezifische Vorspannung abgemildert werden, die das radiale Spiel reduziert und zusätzliche Vorteile wie Geräuschreduzierung und erhöhte Lebensdauer mit sich bringt. Motorenkonstrukteure sollten zwar Methoden zur Aufrechterhaltung der Vorladeintegrität nach den Autoklavierzyklen einbeziehen, müssen jedoch auch der Schmierung besondere Aufmerksamkeit schenken.

Kugellagerfett verdampft häufig oder verliert seine Eigenschaften unter den hohen Temperaturen und Drücken des Dampfes. Wenn das Fett abnimmt, erzeugt das Lager erhöhte Geräusche und Reibung, was sich nachteilig auf den reibungslosen und leisen Betrieb von zahnärztlichen Handwerkzeugen auswirkt. Ingenieure müssen bei der Auswahl des richtigen Schmiermittels besondere Sorgfalt walten lassen und dabei die Anweisungen des Herstellers beachten, um eine optimale Leistung für eine bestimmte Anzahl von Autoklavierzyklen zu gewährleisten.

Korrosion ist eine weitere, eindeutige Herausforderung des Autoklavierprozesses, und Magnete können aufgrund ihrer Materialzusammensetzung rosten, wenn sie Dampf ausgesetzt werden. Rost kann dazu führen, dass kleine Partikel von der Magnetoberfläche abplatzen. Dies verursacht die Unwucht des Rotors, was wiederum die Vibrationen erhöht. Die Auswahl der Materialien ist von Anfang an eine wichtige Überlegung, und Konstrukteure können auch verschiedene Arten von Beschichtungen verwenden. Um den Magneten vor Dampfeinwirkung zu schützen, kann auch eine metallische Hülse vorgesehen werden.

Da zahnmedizinische Handwerkzeuge häufig einen Motorbetrieb mit hoher Drehzahl erfordern, der natürlich erhöhte Vibrationen erzeugt, werden häufig

Komponenten zur Schwingungsdämpfung wie Gummi-O-Ringe oder Unterlegscheiben hinzugefügt, um die Lagerung zu verbessern. Gummibasierte Materialien werden häufig verwendet, können sich jedoch bei wiederholten Autoklavierzyklen verformen und die Dämpfungswirkung verringern. Daher werden synthetische Materialien wie Silizium und Fluorkohlenstoffkautschuk für dentale Werkzeuganwendungen bevorzugt. Sie behalten ihre Eigenschaften auch bei hohen Dampftemperaturen und -drücken bei.

Die Motorspezifikation ist entscheidend

Als primäre Vibrationsquelle haben die Eigenschaften des Motors erheblichen Einfluss auf die Leistung eines handgeführten Dentalwerkzeugs. Das bedeutet, dass bei der Motorspezifikation die sorgfältige Bewertung der Betriebseigenschaften für die Motorkonstruktion und die Materialauswahl von grundlegender Bedeutung sind. Auch die Umgebungsbedingungen spielen eine wichtige Rolle, insbesondere im Hinblick auf die Verwendung des Autoklaven. Daher ist ein BLDC-Motor, der die erforderliche Anzahl von Zyklen aushält und dennoch kontinuierlich vibrationsfrei arbeitet, für ein leistungsstarkes Dentalhandwerkzeug unerlässlich.

Der zuverlässigste Weg zur Spezifikation des richtigen BLDC-Motordesigns für die Anforderungen des Dentalwerkzeugs ist die Zusammenarbeit mit einem erfahrenen Motor-Engineering-Team. Dieser Ansatz verbessert nicht nur langfristig die Leistung sowohl für Patienten als auch für Benutzer des Werkzeugs, sondern kann auch einen schnelleren und einfacheren Entwicklungsprozess ermöglichen, wodurch der Zeitrahmen für Design und Tests verkürzt wird.

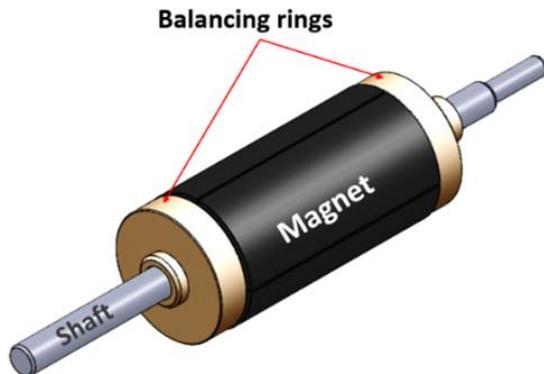
Bildtexte:

Bild 1: Zur Stabilisierung des Motors können Auswuchtringe an der Welle angebracht werden.

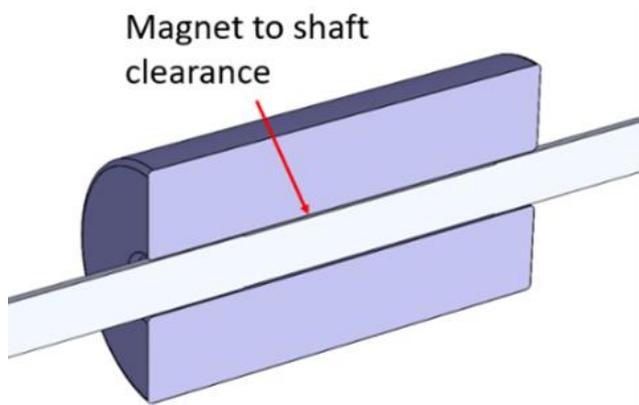


Bild 2: Für eine ausreichende Haftung muss ein Mindestabstand zwischen Welle und Magnet vorhanden sein.

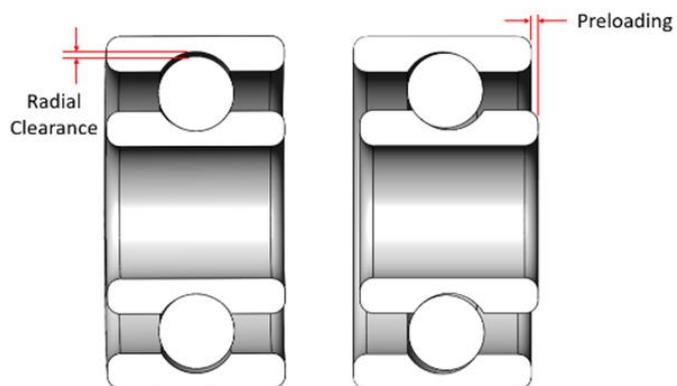


Bild 3: Lagervibrationen können durch eine spezifische Vorspannung reduziert werden.

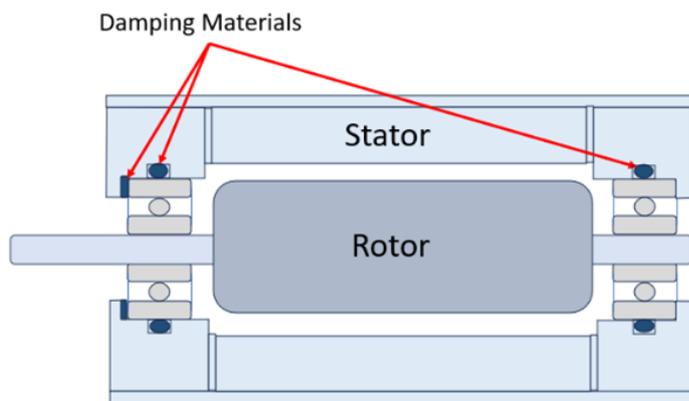


Bild 4: Für eine verbesserte Lagerung und zur Minimierung von Vibrationen werden oft Dämpfer eingesetzt.



Bild 5: Hochwertige Dental-Handwerkzeuge werden von vibrationsarmen Motoren angetrieben.

Das mit dieser Pressemitteilung zur Verfügung gestellte Bildmaterial darf nur in Zusammenhang mit diesem Text verwendet werden und unterliegt dem Urheberrecht. Bitte wenden Sie sich an DMA Europa, wenn Sie eine Bildlizenz für die weitere Verwendung benötigen.

Über Portescap

Portescap bietet die breiteste Palette von Miniatur- und Sondermotoren in der Branche. Diese umfasst kernlose Bürsten-DC-Motoren, bürstenlose DC-Motoren, Can-Stack-Schrittmotoren, Getriebe, digitale Linearantriebe und Scheibenmagnet-Technologien. Unsere Produkte lösen seit mehr als 70 Jahren vielfältige Aufgaben in der Antriebstechnik in einem breiten Anwendungsspektrum in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften, Instrumentierung, Automation sowie in der Luft- und Raumfahrt.

Portescap hat Produktionszentren in den Vereinigten Staaten und Indien und nutzt ein globales Produktentwicklungsnetzwerk mit Forschungs- und Entwicklungszentren in den Vereinigten Staaten, China, Indien und in der Schweiz.

Weitere Informationen: www.portescap.com

Press contact:

Portescap

Katie Guiler

Digital Marketing Specialist III

Tel.: 678-612-8592

Portescap.sales.europe@regalrexnord.com

PR Agency:

DMA Europa

Anne-Marie Howe

Progress House, Midland Road, Worcester, WR5 1AQ, UK

Tel.: +44 (0) 1905 917477

anne-marie.howe@dmaeuropa.com

news.dmaeuropa.com