

Optimierung des Stirnradgetriebes zur Minimierung der Geräuschbelastung

7 März 2024

Ein schräges Stirnradgetriebe ist eine ideale Bewegungslösung für verschiedene medizinische Anwendungen. Dank einer Konstruktion, bei der die Zähne schrittweise über eine große Fläche ineinandergreifen, wird der leise Betrieb optimiert und der Komfort des Patienten garantiert. Einen wesentlichen Beitrag zu diesem Vorteil leistet die gleichmäßige Übertragung von Kräften zwischen den Zahnrädern, wodurch der entscheidende Faktor, nämlich die Abweichung der Eingriffssteifigkeit, minimiert wird. Forschung und Entwicklung zeigen, dass die Anpassung von Konstruktionsbereichen wie der Zahngeometrie hörbare Geräusch noch weiter reduzieren kann.

Vivek Salve, Deputy Manager Design and Development bei Portescap, und Rushikesh Gaikwad, Senior Engineer, erklären, warum Stirnradgetriebe für einen leisen Betrieb sorgen.

In Krankenhäusern sowie an anderen Orten, an denen Patienten betreut und behandelt werden, ist eine ruhige Umgebung entscheidend für ihre Erholung, Genesung und ihren Komfort. Das bedeutet, dass auch Geräte, die von Elektromotoren angetrieben werden, wie medizinische Infusionspumpen, Beatmungsgeräte oder sogar chirurgische Roboter, leise arbeiten müssen.

Getriebe werden häufig in Kombination mit Elektromotoren verwendet, um ein höheres Drehmoment bereitzustellen und die Leistung des Motors an die Last anzupassen. Es kann auch ein Getriebe integriert werden, um die Motordrehzahl zu reduzieren. Selbst wenn dies für die Antriebsanforderungen erforderlich ist, kann es auch dazu beitragen, hörbare Geräusche zu reduzieren.

Die Getriebeausführung selbst spielt eine wichtige Rolle beim Geräuschmanagement. Zwei gängige Ausführungen sind gerade Stirnradgetriebe und schräge Stirnradgetriebe. Gerade Stirnradgetriebe haben gerade Zähne, die parallel zur Achse des Getriebes montiert sind. Dies ist die einfachste und kosteneffizienteste Bauweise, sodass gerade Stirnradgetriebe in vielen Anwendungen eingesetzt werden. Schräge Stirnradgetriebe hingegen verfügen über schräg zur Achse angeordnete Zähne, die dem Stirnrad seinen Namen geben. Dieses Design ist komplexer, ermöglicht aber ein schrittweises Eingreifen der Zähne. Der Vorteil liegt in der Reduzierung von Stößen, Vibrationen und, für diese Anwendungen entscheidend, von hörbaren Geräuschen.

Getriebebetrieb

Theoretisch kann die reibungslose und kontinuierliche Integration von Zahnrädern eine unterbrechungsfreie Kraftübertragung bereitstellen. Um dieses Potenzial zu optimieren, muss ein neues Zahnpaar in Kontakt kommen, bevor das vorherige Paar den Kontakt verlässt. Bei geraden Stirnrädern erfolgt dieser Kontakt gleichzeitig über die gesamte Stirnseite der Zähne, parallel zur Achse des Getriebes. Infolgedessen tritt am Übergangspunkt eine abrupte Änderung der Steifigkeit auf, wenn der Kontakt der vorhergehenden Zähne im Eingriff beendet ist und das neue Zahnpaar in den Eingriff kommt.

Im Gegensatz hierzu sorgt die Konstruktion eines schrägen Stirnradgetriebes dafür, dass die ineinandergreifenden Zahnpaare schrittweise in Kontakt kommen und entlang eines schrägen Pfades eingreifen. Das bedeutet, dass der Kontakt an einem Ende des Getriebes beginnt und sich über die Stirnseitenbreite bewegt, wenn sich die Getriebe drehen. Einfach ausgedrückt bedeutet diese Konstruktion, dass schrägverzahnte Getriebe sowohl einen glatteren als auch längeren Kontakt der Zähne im Eingriff haben als gerade Stirnradgetriebe. Dies trägt zu einem geringeren Übertragungsfehler bei, der als Differenz zwischen der optimalen Position des perfekten Abtriebsrads und der tatsächlichen Position des Zahnrads definiert ist. Eine geringere Variation in Drehzahl und Kraft des Zahnpaareingriffs sorgt für einen sanfteren Antrieb. Dadurch kann das Stirnradgetriebe geräuschärmer arbeiten.

Unterschiede in der Eingriffssteifigkeit

Die Abweichung der Eingriffssteifigkeit ist ein wesentlicher Faktor bei Übertragungsfehlern und damit für Getriebegeräusche. Die Eingriffssteifigkeit ist die Fähigkeit der Zahnräder, Verformungen unter Last zu widerstehen. Je geringer die Abweichung zwischen den Zähnen, desto geringer das Geräusch. Dies ist ein weiterer Bereich, in dem das schräge Stirnradgetriebe einen Vorteil bietet. Zusätzlich verfügt das schräge Stirnradgetriebe über ein erhöhtes Überschneidungsverhältnis. Es steht für den Eingriffsgrad zwischen den Zähnen von zwei Getrieben während des Betriebs. Je größer die Überlappung, desto höher das Kontaktverhältnis und damit die Abweichung der Eingriffssteifigkeit.

Kehren wir zur Konstruktion eines schrägen Stirnradgetriebes zurück. Es erreicht einen allmählichen Eingriff seiner Zähne und berührt auch eine größere Fläche, was die Kontaktdauer erhöht. Durch die Kombination dieser Faktoren wird ein höheres Überlappungsverhältnis erreicht, aber dies bedeutet auch, dass die Last zu einem bestimmten Zeitpunkt gleichmäßiger über mehrere Zahnräder verteilt wird, wodurch die Abweichung der Eingriffssteifigkeit minimiert wird.

Um diese Vorteile noch weiter zu verstärken, können Ausführungen von schrägen Stirnradgetrieben speziell angepasst werden. Die Romax-Systemebensimulation unterstützt bei der Auswahl des besten Helixwinkels zur Minimierung des Getriebegeräuschs. Eine Romax-Simulation gefolgt von einer Geräuschmessung in einer echofreien Kammer validiert die Reduzierung des Getriebegeräuschs.

Individuelle Anpassung zur Minimierung des Geräuschpegels.

Ein schräges Stirnradgetriebe ist die ideale Wahl, um Geräusche in Anwendungen wie medizinischen Geräten zu minimieren. Spezifische Überlegungen zu Aspekten wie Zahnform, Zahngeometrie sowie Fertigungsmaterialien und -technik können dazu beitragen, die Laufruhe des Getriebes deutlich zu verbessern. Auch wenn standardmäßige schräge Stirnradgetriebe bereits den Anforderungen entsprechen,

sollte der gewählte Antriebstechnikspezialist auch in der Lage sein, die Lösung an die genauen Anforderungen anzupassen.

Abhängig von den spezifischen Anforderungen an den Geräuschpegel der Anwendung arbeiten die Ingenieure von Portescap regelmäßig mit OEMs und Vertragsingenieurteams zusammen, um die Konstruktion von Bewegungslösungen gemäß den spezifischen Anforderungen an den Geräuschpegel zu optimieren. In diesen Fällen ist die Grundlage der Stirnradgetriebe-Konstruktion oftmals ein grundlegender Startpunkt für die Erreichung der optimalen Lösung.

Bildtexte:

Bild 1: Die Konstruktion eines schrägen Stirnradgetriebes sorgt dafür, dass die ineinandergreifenden Zahnpaare schrittweise in Kontakt kommen und entlang eines schrägen Pfades eingreifen.

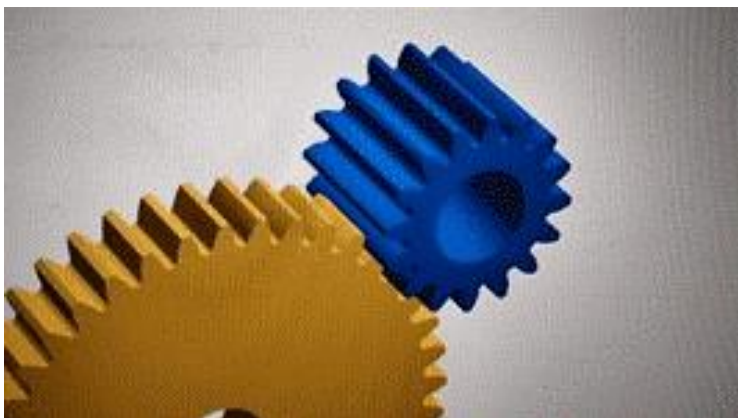


Bild 2: Bei geraden Stirnrädern erfolgt dieser Kontakt gleichzeitig über die gesamte Stirnseite der Zähne, parallel zur Achse des Getriebes.

Das mit dieser Pressemitteilung zur Verfügung gestellte Bildmaterial darf nur in Zusammenhang mit diesem Text verwendet werden und unterliegt dem Urrechtsschutz. 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

Nicole Monaco

Global Marketing Manager

Tel.: +1 404.877.2534

Portescap.sales.europe@regalrexnord.com

PR agency:

DMA Europa

Stephanie Jones

Progress House, Great Western Avenue, Worcester, WR5 1AQ, UK

Tel.: +44 (0) 1905 917477

stephanie.jones@dmaeuropa.com

news.dmaeuropa.com