

Neue Prüftechnik am IMW

Mänz, T.; Schäfer, G.

Das Prüffeld des IMW hat sich im ausklingenden Jahr wiederum um einige interessante Prüfeinrichtungen erweitert. Für die Prüfung Drehmoment belasteter Maschinenelemente stehen jetzt ein weiteres Resonanzsystem und zwei weitere servohydraulische Systeme zur Verfügung. Für den universellen Einsatz bei Messaufgaben der Beanspruchungsermittlung konnten acht weitere Messkanäle ergänzt werden und für die Messung der Seilquerschnittsgeometrie konnte ein Lasermesssystem beschafft werden.



The Institute's test bay was enlarged by one resonance, two hydraulic test systems and one laser scanning measurement system. With this additional equipment IMW is able to realise a lot of new dynamic tests applications on machine elements.

1 Übersicht

Das IMW betreibt seit vielen Jahren erfolgreich die Auslegung von Maschinenelementen durch die parallele Nutzung leistungsstarker numerischer Simulationswerkzeuge und der experimentellen Validierung. Speziell Drehmoment belastete Maschinenelemente können in einem weiten Parameterbereich auch unter Zusatzlasten geprüft werden. Der Drehmomentbereich erstreckt sich inzwischen von einzelnen Newtonmetern bis hoch zu 500 kNm (dynamisch, siehe separater Beitrag in diesem Berichtsband), es können Drehzahlen bis 40.000 U/min, Temperaturen von -70°C bis 300°C und überlagerte Quer- und Axialkräfte realisiert werden. In diesem Konzept wurden aktuell eine 20 kN-Resonanzprüfmaschine von SincoTec und eine servohydraulische 100 kN Prüfmaschine von MTS ergänzt. Für die universelle Betriebs- und Prüflastmessung wird u.a. ein CRONOSflex von IMC eingesetzt, der um weitere 8 Kanäle ergänzt werden konnte. Für spezielle Messungen der Ovalisierung von laufenden Seilen wurde ein dreifaches Laserprofilmesssystem scanCONTROL von MICRO EPSILON beschafft.

2 Resonanzprüfmaschine SincoTec

Zusätzlich zu den bewährten Prüfständen, die am IMW für dynamische Untersuchungen zur Verfügung stehen, wurde eine 20 kN-Prüfmaschine der in Clausthal ansässigen Firma SincoTec angeschafft. Diese nutzt zur Erzeugung der aufzubringenden dynamischen Lasten das Resonanzprinzip. Im oberen Teil der in Abbildung 1, links dargestellten Maschine werden Unwuchtmassen mit einem Asynchronmotor angetrieben. Dabei wird die Frequenz so geregelt, dass sie im ansteigenden Ast der Resonanzfrequenz des Versuchsaufbaus liegt und die Belastung auf die Probe dem Vorgabewert entspricht. Vorteil bei diesem Aufbau ist, dass trotz kleiner Unwuchtmassen große dynamische Lasten aufgebracht werden können. Gleichzeitig ist der Energieverbrauch sehr gering und die Prüffrequenz ist, abhängig von der Steifigkeit des Versuchsaufbaus, sehr hoch. Mittels Spindeln kann die dynamische Last mit einer statischen Mittellast überlagert werden.

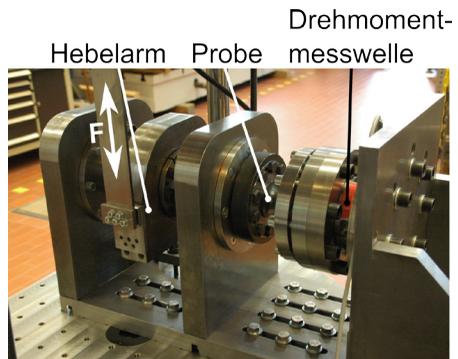


Abbildung 1: Links: Resonanzprüfmaschine, rechts: Aufbau für Torsionsuntersuchungen

Die Maschine wurde mit einer umfangreichen Softwareausstattung u.a. für die Durchführung von verschiedenen Lastkollektiven und statischen Zugversuchen ergänzt. Damit wird eine effektive Versuchsdurchführung und –auswertung erleichtert. Die maximale Prüfkraft beträgt ± 20 kN bei einer maximalen Kraftamplitude von 10 kN und einem Schwingweg von ± 5 mm.

2.1 Umsetzung als Torsionsprüfstand

Da die Prüfmaschine Linearbewegungen erzeugt, wurde der Versuchsaufbau in Abbildung 1, rechts konstruiert. Dieser wandelt die erzeugten Kräfte in ein Drehmoment um. Die Drehmomentmesswelle, welche die IST-Belastungen erfasst und deren Messwert als Regelgröße genutzt wird, sitzt an der Festseite im Prüfstrang. Damit wird sichergestellt, dass keine Messfehler durch eine Beschleunigung der Drehmomentmesswelle entstehen. Die so aktuell laufende Prüffrequenz beträgt 40...60 Hz, bei einem maximalen Drehmoment von 2300 Nm.

3 Servohydraulischer Prüfrahmen MTS

Für höhere Lastanforderungen bezüglich Kraft und Weg, wurde ein 100 kN Prüfrahmen von MTS mit dem dazugehörigen Regler FLEXTES 60 und ein leistungsstarkes Hydraulikaggregat beschafft. Der Regler und das Hydraulikaggregat erlauben gleichzeitigen den Betrieb weiterer Prüfachsen, wie den großen 500 kNm Prüfstand oder auch unseren bewährten Torsionspulser von GAT (Glyco Antriebstechnik), mit dem wir bereits viele Untersuchungen an Zahnwellenverbindungen und Innenhochdruck gefügten Verbindungen gefahren haben.

Durch die servohydraulische Betriebsweise können mit dem 100 kN-Rahmen beliebige Lastfunktionen gefahren werden. Die Lastregelung kann kraft/drehmoment- und wegabhängig oder auch kombiniert erfolgen. Durch den im Vergleich zur Resonanzmaschine großen Schwingweg von ± 150 mm können auch sehr elastische Bauteile wie lange Wellen und Kupplungen geprüft werden. Für die Wandlung der linearen Prüflast in die Torsionslast wird eine dem zuvor bereits vorgestellten Versuchsaufbau entsprechende Konstruktion verwendet. Die erreichbaren Drehmomente liegen damit im Bereich von 20 kNm.

4 Messverstärkererweiterung

Für die Messung mechanischer Beanspruchungen, in Form von Bauteil deformierungen oder Schwingungen, stehen am IMW Systeme von HBM, Peekel, OROS und IMC zur Verfügung, siehe dazu auch das Kapitel „Ausstattung“ am Ende dieses Bandes. Für Messungen mit mittlerer Kanalzahl und hoher Abtastrate werden am IMW Messsysteme ohne Multiplexer eingesetzt. Neben dem bereits länger erfolgreich im Einsatz befindlichen AUTOLOG 3000 von Peekel mit 18 Kanälen, ist ein CRONOSflex System von IMC im Einsatz, dass in diesem Jahr um weitere acht Kanäle auf jetzt 24 universelle Kanäle für Spannungen, DMS und ICP-Sensoren erweitert werden konnte. Mit einer Abtastrate von 100 kHz können Schwingungen und Belastungsdehnungen hochdynamischer Vorgänge zuverlässig aufgezeichnet und analysiert werden.

5 Laser-Scanner zur Profilmessung

Für die berührungslose Messung des Seilquerschnitts und seiner aktuellen Verformungen beim Einlauf auf die Trommel wurde ein System aus Laser-Scannern von MICRO-Epsilon beschafft. Durch die Anordnung von drei Messköpfen jeweils um 120° versetzt am Umfang, ist eine vollständige kontinuierliche Messung des Seilquerschnitts möglich. Die Verformungen des Seilquerschnitts beim Einlauf auf die Trommel haben einen Einfluss auf das Verschleiß- und Wickelverhalten der Seile. Speziell für die Untersuchungen wurde dieses System jetzt beschafft. Der Messkopf ist für Seildurchmesser von 8 bis 50 mm geeignet. Mit einer Messgeschwindigkeit im kHz-Bereich und einer Messgenauigkeit von unter 5 µm ist das System allen gängigen Messanforderungen im Seilbereich gewachsen.

Die Messköpfen lassen sich natürlich auch für verschiedene andere Messaufgaben nutzen, so können auch Zahnprofile recht einfach vor Ort besonders bezüglich der vorhandenen Fußausrundung gemessen werden, was eine wesentliche Information für die Festigkeitsbeurteilung von Passverzahnungen ist. Ebenso sind vielfältige berührungslose Kanten-, Spalt- oder Profilmessungen möglich, womit elastische Verformungen an Bauteilen ermittelt werden können. So sind z.B. auch Relativverdrehungen zwischen Bauteilen einer Welle als Umfangverschiebungen analysierbar.