

Dipl.-Ing. Jörg Hauhoff, Wesel

Analyse der Schädigungs- mechanismen bei kreuzverzahnten Flanschverbindungen

Reihe **1**: Konstruktionstechnik/
Maschinenelemente

Nr. **274**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation und Ziel der Arbeit	2
2	Stand der Technik	4
2.1	Kardangelnwellenverbindungen von Nutzfahrzeugen	6
2.1.1	Kinematik der homokinetischen Kreuzgelenkwelle	7
2.1.2	Auswahl von Gelenkwellen	10
2.1.3	DIN ISO 8667 / 12667	10
2.2	Schraubenberechnungsverfahren	12
3	Langzeitversuche	14
3.1	Versuchsdurchführung	14
3.1.1	Prüfling	16
3.1.1.1	Einfluß der Fertigungsgenauigkeit	18
3.1.2	Servohydraulischer Gelenkwellenprüfstand	21
3.1.3	DMS-Meßschrauben	23
3.1.3.1	Kalibriereinrichtung	24
3.1.3.2	Verwendete DMS-Typen	25
3.2	Versuchsauswertung	27
3.2.1	Grundlagen der Versuchsauswertung	27
3.2.2	Bruchmerkmale und Schadensanalyse	28
3.2.2.1	Brüche im Bereich des Muttergewindes	34
3.2.2.2	Brüche im Gewindeauslauf	35
3.2.2.3	Brüche am Übergang Schaft-Kopf	36
3.2.2.4	Anriß des Gelenkwellenflansches	37
3.2.2.5	Zahnschäden	37
3.3	Zusammenfassung der Ergebnisse des Dauerversuches	38
4	Untersuchungen zur Schraubenverbindung	40
4.1	Untersuchungen zur Schraubenbelastung	40
4.1.1	Analyse des Setzverhaltens	40
4.1.1.1	Statischer Setzversuch	41
4.1.1.2	Dynamischer Setzversuch	41
4.1.2	Messung der Reibungszahl im Gewinde	42

4.1.3 Experimentelle Bestimmung der Bauteilnachgiebigkeit	44
4.1.4 Messung der maximalen Schraubenlängskräfte	48
4.1.5 Messung der Biegemomente in Schraubenschaft	49
4.2 Untersuchungen zu den Verzahnungseigenschaften	52
4.2.1 Gleiten an den Zahnflanken	52
4.2.2 Statischer Torsionsversuch	54
4.2.3 Bestimmung der Reibungszahlen an den Zahnflanken	55
4.2.4 Messung der Flanschplattenverformung	58
4.3 Messung der Beanspruchung des Gelenkwellenflansches	59
4.3.1 Versuchsablauf	60
5 Numerische Untersuchungen	64
5.1 Grundlagen der Finite Elemente Methode	64
5.1.1 Behandlung nichtlinearer Probleme der Strukturmechanik	67
5.2 Analyse der Zahnflankeneigenschaften	69
5.2.1 Reibung und Gleiten an der Zahnflanke	69
5.2.2 Beanspruchung beim Zahneingriff	71
5.3 Untersuchungen zur Schraubenverbindung	75
5.3.1 Bestimmung der Schraubenkopfnachgiebigkeit	75
5.3.2 Bestimmung der Bauteilnachgiebigkeit	76
5.4 Berechnung der Schraubenbelastung	80
5.4.1 Einfluß der Reibungszahl	86
5.5 Spannungsanalyse des Gelenkwellenflansches	87
5.6 Schlußfolgerungen und Berechnungshinweise	90
6 Zusammenfassung und Ausblick	94
7 Bildanhang	95
8 Literatur	104