

Messtechnische Untersuchung von Torsionsschwingungen und Drehmomentverläufen an einem Hyperverdichter

In der modernen industriellen Produktion, insbesondere in der Hochdruck-Polymerisation, stellen Hyperverdichter zentrale Maschinenkomponenten dar. Ihre zuverlässige Funktion ist entscheidend für einen störungsfreien Anlagenbetrieb. Im Rahmen eines Projekts wurde daher eine messtechnische Untersuchung der Torsionsschwingungen und Drehmomentverläufe an einem Hyperverdichter durchgeführt. Anlass waren wiederkehrende Betriebsstörungen während des Startvorgangs: Der Verdichter schaltete bereits wenige Sekunden nach dem Anfahren wieder ab. Ziel der Untersuchung war es, mittels präziser Drehmomentmessungen und Drehzahlerfassung zu klären, ob mechanische Überlastungen im Antriebsstrang vorlagen oder ob die Ursache im elektrischen Antriebssystem zu suchen war.

Problemstellung und Zielsetzung der Untersuchung

Da das System kurz nach dem Start wiederholt Sicherheitsabschaltungen auslöste, war eine präzise Bestimmung der tatsächlich wirkenden Torsionsmomente auf der Antriebswelle erforderlich. Die zentrale Fragestellung lautete, ob beim Anlaufen des Verdichters unzulässig hohe mechanische Widerstände oder Torsionsschwingungen im Antriebsstrang auftreten oder ob die Ursache in der Motorsteuerung beziehungsweise der elektrischen Energieversorgung liegt. Zur Klärung wurde eine messtechnische Analyse des dynamischen Drehmomentverlaufs durchgeführt.

DMS-Messtechnik und drahtlose Datenübertragung

Die Drehmomentmessung an der Antriebswelle des Hyperverdichters erfolgte mit Dehnungsmessstreifen (DMS). Die Sensoren wurden in 45°-Kreuzkonfiguration auf der Welle appliziert, um das Torsionsmoment zu erfassen. Die Signalübertragung erfolgte über eine industrielle Telemetrieanlage von der rotierenden Welle zur stationären Datenerfassung. Mit einer Abtastrate von 2.000 Hz konnten auch dynamische Drehmomentänderungen und Torsionsschwingungen erfasst werden. Ein zusätzlicher optischer Drehimpulsgeber lieferte einen Impuls pro Umdrehung und ermöglichte die Zuordnung der Drehmomentspitzen zu den Verdichtungsübungen.



Abb. 1:
Befestigung des Dehnungsmessstreifens (DMS) auf der Welle

Detaillierte Analyse der Messergebnisse

Die Auswertung der Drehmomentmessungen und Torsionsschwingungen erfolgte im Zeit- und Frequenzbereich, um das dynamische Verhalten des Antriebsstrangs des Hyperverdichters zu bewerten.

Bei den ersten Startversuchen zeigte das Zeitsignal eine Überlagerung des Drehmoments mit einer 50-Hz-Schwingung, entsprechend der elektrischen Netzfrequenz. Dies deutete auf eine elektromagnetische Wechselwirkung im Antriebssystem hin (siehe Abb. 2).

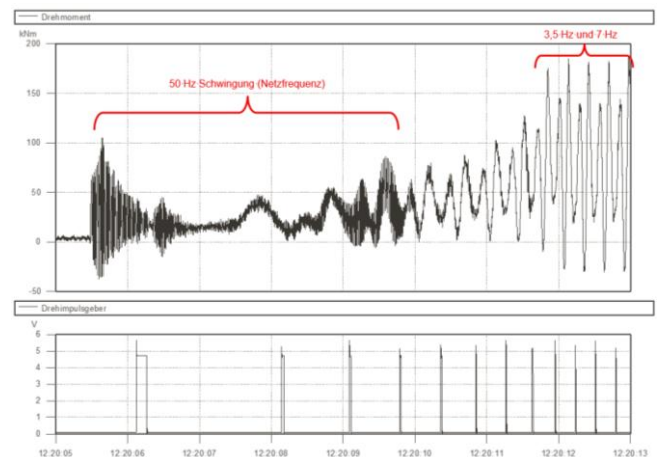


Abb. 2:
Zeitsignal der Drehmomentmessung beim Start des Verdichters und beim Übergang zum regulären Betrieb

Während der Anfahrphase des Verdichters traten kurzzeitig dynamische Wechselmomente bis zu 245 kNm auf. Diese transienten Drehmomentspitzen sind für die Bewertung der Maschinendynamik und Torsionsschwingungen im Antriebsstrang von besonderer Bedeutung.

In diesem Zustand kam es zu einem Lastwechsel, bei dem der Verdichter kurzfristig den Motor antrieb. Solche dynamischen Wechselmomente stellen hohe Anforderungen an Kupplung, Wellenstrang und Lagerung.

Nach dem anschließenden Druckaufbau bis zu einem Enddruck von ca. 1.900 bar ergaben die Drehmomentmessungen stabile Referenzwerte mit einem mittleren Drehmoment von etwa 400 kNm (siehe Abb 3.).

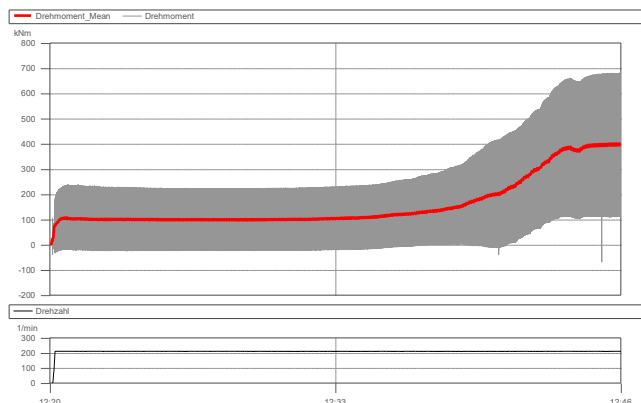


Abb. 3:
Drehmomentverlauf bei Lasterhöhung (Zeitsignal und Mittelwert)

Die anschließende Spektralanalyse des Drehmomentverlaufs identifizierte neben der Grunddrehfrequenz von 3,5 Hz auch mehrere harmonische Anteile. Besonders deutlich trat die zweite Harmonische bei 7 Hz hervor. Diese Ergebnisse liefern wichtige Hinweise auf das Schwingungsverhalten des gesamten mechanischen Antriebsstrangs.

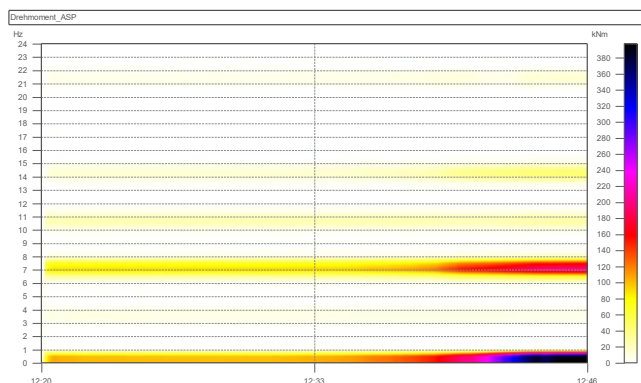


Abb. 4:
Farbspektrum der Torsionsschwingungen bei Erhöhung des Drucks vom Verdichter-Start bis zum Erreichen des Enddrucks

Fazit

Die durchgeführte messtechnische Drehmomentmessung und Torsionsschwingungsanalyse lieferte einen entscheidenden Beitrag zur Bewertung der Betriebssicherheit des Hyperverdichters. Durch die präzise Datenerfassung konnte nachgewiesen werden, dass die mechanischen Belastungen im stationären Betrieb innerhalb der Auslegungsgrenzen lagen, während die Startphase durch komplexe elektrische und mechanische Wechselwirkungen geprägt war.

Solche messtechnischen Untersuchungen von Drehmomentverläufen und Torsionsschwingungen sind ein wichtiges Werkzeug der modernen Zustandsüberwachung (Condition Monitoring). Sie ermöglichen es, Instandhaltungsmaßnahmen nicht nur zeitbasiert, sondern zustandsorientiert und datengestützt zu planen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung bilden eine belastbare Grundlage für die Optimierung der Startparameter, die Bewertung der Antriebstechnik sowie die langfristige Sicherung der Anlagenverfügbarkeit und Betriebssicherheit.

Das Ingenieurbüro Waning unterstützt Unternehmen bei der messtechnischen Erfassung, Analyse und Bewertung von Drehmomenten, Torsionsschwingungen und dynamischen Belastungen im Antriebsstrang.

Weitere Informationen zu diesen Themen finden Sie auf unserer Homepage.



IBW Ingenieurbüro Waning
Schall- und Schwingungstechnik
Reiningstraße 21
48653 Coesfeld

Tel.: 02541 9281-900
Fax: 02541 9281-909
E-Mail: info@ibwaning.de
Internet: www.ibwaning.de

Messung, Berechnung, Beurteilung und Minderung von Schall und Schwingungen

Maschinendynamik

Maschinendiagnose

Rohrleitungsschwingungen

Druckpulsation

Eigenfrequenz- und Eigenformanalyse

Dynamische und statische Lasten

Torsionsschwingungs- und
Drehmomentmessung

Technische Akustik

Konstruktionsakustik

Lärmminderung

Schallmessungen

Lärm und Vibrationen am Arbeitsplatz

Schalldämpferauslegung

Raumakustik

Erschütterungsschutz

Erschütterungsmessung

Erschütterungsprognose

Schwingungsschutz und
Fundamentauslegung