

Generalüberholung eines Stoeckicht-Planetengetriebes einer Dampfturbine während des jährlichen Stillstandes

Thorsten Pasz

Abstract

General overhaul of a Stoeckicht planetary gear train of a steam turbine during the annual revision

Increased vibration values were measured at a steam turbine in operation. Subsequent testing with video-endoscopy of the planetary gear unit showed signs of wear on some components. Within four weeks in total BRAUER Maschinentechnik AG from Bocholt dismantled the gearbox from the plant, completely overhauled it and put into operation after reinstallation. Damaged interior parts of the gearbox were replaced during the overhaul.

Während des Betriebes wurden an einer Dampfturbine erhöhte Schwingungswerte gemessen. Die anschließende Überprüfung mit Videoendoskopie des Planetengetriebes zeigte ersten Verschleiß an einigen Bauteilen. Durch die BRAUER Maschinentechnik AG wurde das Getriebe innerhalb von 4 Wochen aus der Anlage demontiert, generalüberholt und nach dem Wiedereinbau in Betrieb genommen (Bild 1). Bei der Überholung des Getriebes wurden beschädigte Innenteile erneuert.

Einleitung

Schnelllaufende Turbinengetriebe sind aufgrund der hohen Drehzahlen und der großen Leistungsdichte extrem beanspruchte Maschinenelemente. Eine Schwingungsüberwachung ist für solche Antriebe obligatorisch. Schon leichte Unregelmäßigkeiten, zum Beispiel durch Verschleiß, führen sehr schnell zu erhöhten Schwingungen. Die Entwicklung der gemessenen Werte muss beobachtet und die Ursachen sollten festgestellt werden. Ein plötzlicher Schaden kann durch Freiwerden der enormen kinetischen Energie verheerende Folgen haben.

Die bei der Schwingungsmessung festgestellten Frequenzen können in der Praxis nicht immer den vorhandenen Bauteilen zugeordnet werden. Dafür gibt es vielfältige Gründe. Unter anderem können komplexe hydrodynamische Prozesse das Schwingverhalten beeinflussen. Eine Überprüfung des Getriebes mit einem Hochleistungs-Videoendoskop durch die Getriebeexperten der BRAUER Maschinentechnik AG kann unabhängig davon Aufschluss darüber geben, in welchem Zustand sich das Getriebe befindet, welche Teile Verschleiß zeigen oder bereits beschädigt sind.

Nach Feststellung von Mängeln wird mit dem Kunden ein Konzept für die Überholung des Getriebes erstellt, das sich in der Regel an den möglichen Maschinenstillständen orientiert.

Beschreibung des Krupp-Stoeckicht Turbinen-Getriebes

Im vorliegenden Fall handelte es sich um die Überprüfung eines Planetengetriebes nach dem Stoeckicht-Prinzip von einer Dampf-

Autor

Dipl.-Ing. Thorsten Pasz
BRAUER Maschinentechnik AG
Bocholt, Deutschland



Bild 1. Getriebe nach der Instandsetzung bei der BRAUER Maschinentechnik AG in Bocholt.



Bild 2. Teilmontiertes Stoeckicht-Planetengetriebe.

turbine mit 8.300 kW bei 8.600 U/min. Das Stoeckicht-Planetengetriebe (Bild 2) hat eine Doppelschrägverzahnung und einen feststehenden Planetenträger. Das schnelllaufende innere Sonnenrad ist nicht gelagert und über eine Zahnkupplung mit der Turbinenwelle verbunden. Die Hohlräder sind ebenfalls zum Lastausgleich über Zahnkupplungen beweglich mit der langsamer laufenden Generatorwelle (1.500 U/min) verbunden. Die Lagerung der 3 Planetenräder erfolgt über Gleitlagerachsen, die im Planetenträger montiert sind. Die Schmierung der Verzahnungen und Gleitlagerachsen erfolgt über Drucköl.

Mit dem Aufbau des Getriebes wird konstruktiv eine optimale Leistungsverteilung der Verzahnung erreicht, im Hinblick darauf, dass auch ausgereifte Fertigungsverfahren letztendlich Toleranzen unterliegen und Betriebsbedingungen veränderlich sind.

Vorgehensweise

Neben der permanenten Schwingungsüberwachung sollten schnelllaufende Turbinengetriebe regelmäßig einer visuellen Kontrolle unterzogen werden. Die Fachleute der BRAUER Maschinentechnik AG verwenden dafür ein mobiles Hochleistungs-Videoendoskop mit einer beweglichen Sonde, um auch schwer zugängliche Bereiche im Getriebe einsehen zu können. Da diese Art der Getriebe meist über kein Schauloch verfügen, das geöffnet werden kann, erfolgt die Videoendoskopie durch Zu- oder Ablauföffnungen des Schmieröls.

Verschleiß oder erste Schädigungen können durch die Getriebeexperten frühzeitig erkannt und gegebenenfalls das weitere Fortschreiten beobachtet werden. Erfahrene Getriebefachleute können anhand von Verzahnungstragbildern, Fremdkörperspuren und vielen anderen Anzeichen anfängliche Schädigungen oftmals erkennen,

bevor diese mit Schwingungsamplituden auf eine Veränderung hindeuten.

Anhand des Inspektionsberichtes mit klarer Handlungsempfehlung ist für den Kunden ersichtlich, ob und gegebenenfalls wann eine Instandsetzung erforderlich ist. Gemeinsam mit dem Kunden kann eine Überholung des Getriebes strategisch so geplant werden, dass kein Produktionsausfall entsteht, zum Beispiel zeitgleich mit einer turnusgemäßen Turbinenrevision.

Durchführung der Instandsetzung

Abgestimmt auf den jährlichen Revisionsstillstand des Kunden wurden im Vorfeld alle Ersatzteile für eine kurzfristige Instandsetzung vorbereitet. Die Fertigung der doppelschrägverzahnenden Getriebeteile, Zahnkupplungen und innenverzahnenden Hohlräder erfolgte auf Bearbeitungsmaschinen der neuesten Generation, um die erforderlichen Genauigkeiten für ein schnelllaufendes Turbinengetriebe zu erreichen.

Ein Team der BRAUER Maschinentechnik AG führte den Ausbau des Getriebes aus der Maschine, nach dem Herunterfahren der Dampfturbine, mit einem speziellen Werkzeugsystem durch. Anschließend erfolgte der Transport ins Werk nach Bocholt. Die Instandsetzung beinhaltete neben dem Austausch der Stirnräder, Zahnkupplungen, Hohlräder und Planetenachsen (Bild 3) auch einen ausgiebigen Probelauf unter Teillast (Bild 4). Nach erfolgreicher Prüfung der Temperaturen, des Schwingungsverhaltens, der Geräusentwicklung und des Schmierölkreislaufs wurde das Getriebe lackiert verpackt und zum Rücktransport verladen.

Nach dem vom Kunden festgelegten Zeitplan für die Turbinenrevision war ein Montageteam vor Ort als der Turbinenläufer freigegeben wurde um zeitnah das Getriebe zu installieren (Bild 5 und Bild 6). Aufgrund der hohen Anforderungen erfolgte die exakte Ausrichtung zwischen Dampfturbine und Generator mit speziellen Messwerkzeugen.



Bild 3. Instand gesetztes Planetengetriebe mit neuen Teilen.



Bild 4. Probelauf des instand gesetzten Getriebes.



Bild 5. Einbau des Getriebes nach der Instandsetzung in die Anlage, Generatorseite.



Bild 6. Einbau des Getriebes nach der Instandsetzung in die Anlage, Turbinenseite.

Rohrleitungen, Isolierungen und Anbauteile mussten angebracht werden, bevor ein Aufheizen der Anlage möglich war. Das Hochfahren der Dampfturbine mit steigender Last wurde vom Montageteam begleitet und die Schwingungswerte dabei genauestens beobachtet. Das Ergebnis war ein deutlich geringeres Schwingungsniveau als vor der Instandsetzung und das Getriebe wurde innerhalb des vereinbarten Zeitraumes wieder für den uneingeschränkten Betrieb freigegeben.

Handlungsempfehlung für das Instandhaltungspersonal

Instandhaltungsleiter und Betriebsingenieure tragen eine hohe Verantwortung im Umgang mit Maschinen, insbesondere,

wenn hohe Umfangsgeschwindigkeiten bei einem Bruch massive Folgeschäden verursachen können.

An schnelllaufenden Turbinengetrieben ist, wegen der extremen Beanspruchung und der schmierungstechnisch hochsensiblen Getriebebauteile, eine permanente Überwachung dringend zu empfehlen. Großes Augenmerk sollte dabei, neben der Schwingungsüberwachung, auch auf Temperaturen, Öldrücke und Ölvolu-menströme gelegt werden. Schon geringe Veränderungen deuten meist auf Verschleiß oder Schädigungen hin.

Eine Inspektion mit Videoendoskopie durch speziell dafür geschulte Getriebefachleute bringt Aufschluss darüber in welchem Maße Schäden vorliegen. Er-

forderliche Maßnahmen oder eine zeitliche Prognose für den Weiterbetrieb können durch die Ingenieure der BRAUER Maschinentechnik AG festgelegt werden. Reparaturstrategien mit Kostenplan geben dem Instandhaltungspersonal dabei wichtige Entscheidungshilfen in technischer Hinsicht und für die Budgetplanung.

VGB-Standard

Reinigung der Ölsysteme von Gas- und Dampfturbinenanlagen

Ausgabe/edition 2013 – VGB-S-030-00-2013-06-DE
DIN A4, 42 Seiten, Preis für VGB-Mitglieder* € 120,-, für Nichtmitglieder € 180,-, + Versandkosten und MwSt.
DIN A4, 42 Pages, Price for VGB members € 120,-, for non members € 180,-, + VAT, shipping and handling.

Der sichere Betrieb und eine gute Verfügbarkeit von Turbinenanlagen stellen hohe Anforderungen an die Qualität und Sauberkeit des eingesetzten Schmier- und Regelöls.

Die Sammlung und Auswertung einer Vielzahl von Erfahrungen des Betriebes, der Installation, der Änderung und der Revision von Gas- und Dampfturbinenölanlagen, die in den vorliegenden VGB-Standard eingeflossen sind, sollen dazu beitragen, die Betriebssicherheit und Verfügbarkeit der Anlagen zu erhöhen und Fehler beim Spülen von Ölanlagen (Ölsystemen) zu vermeiden. Bei allen Planungen, Bestellungen, Installationen, Änderungen und Revisionen von Turbinenölanlagen (Ölsystemen) sollen die zu treffenden Maßnahmen sinnvoll aufeinander abgestimmt sein.

Bei der Vielzahl der Ausführungen von Ölsystemen ist es nicht möglich, auf alle Einzelheiten einzugehen. Die vorliegende Anleitung zum Ölspülen kann daher nur einen Rahmen dafür bilden, welche Kriterien unbedingt zu beachten sind. Die Anwendung, auch auszugsweise, steht den betroffenen Partnern frei und muss im jeweiligen Einzelfall zwischen den Parteien vereinbart werden.

* Für Ordentliche Mitglieder des VGB ist der Bezug von eBooks im Mitgliedsbeitrag enthalten.



VGB PowerTech Service GmbH
Verlag technisch-wissenschaftlicher Schriften
Deilbachtal 173
45257 Essen
P.O. Box 10 39 32
Germany
Fon: +49 201 8128-200
Fax: +49 201 8128-302
Mail: mark@vgb.org

VGB | P O W E R T E C H

International Journal for Electricity and Heat Generation



✂ Please copy >>> fill in and return by mail or fax

Yes, I would like order a subscription of VGB PowerTech.

The current price is Euro 275.- plus postage and VAT.

Unless terminated with a notice period of one month to the end of the year, this subscription will be extended for a further year in each case.

Name, First Name

Street

Postal Code City Country

Phone/Fax

Date 1st Signature

Cancellation: This order may be cancelled within 14 days. A notice must be sent to VGB PowerTech Service GmbH within this period. The deadline will be observed by due mailing. I agree to the terms with my 2nd signature.

Date 2nd Signature

Return by fax to

VGB PowerTech Service GmbH
Fax No. +49 201 8128-302

or access our on-line shop at www.vgb.org | MEDIA | SHOP.

VGB | P O W E R T E C H

**VGB PowerTech DVD 1990 bis 2016:
27 Jahrgänge geballtes Wissen rund um
die Strom- und Wärmeerzeugung
Mehr als 27.000 Seiten
Daten, Fakten und Kompetenz**

Bestellen Sie unter www.vgb.org > shop



**Jetzt auch als
Jahres-CD 2016
mit allen Ausgaben
der VGB PowerTech
des Jahres: ab 98,- €**

© Sergey Nivens - Fotolia



PowerTech-CD/DVD!

Kontakt: Gregor Scharpey
Tel: +49 201 8128-200
mark@vgb.org | www.vgb.org

**Ausgabe 2016: Mehr als 1.100 Seiten Daten, Fakten und Kompetenz
aus der internationalen Fachzeitschrift VGB PowerTech**

(einschließlich Recherchefunktion über alle Dokumente)

98,- Euro (für Abonnenten der Printausgabe), 198,- Euro (ohne Abonnement), incl. 19 % MwSt. + 5,90 Euro Versand (Deutschland) / 19,90 Euro (Europa)