

PDGS Dichtung für Hochtemperatur

Stahlwerke haben enormen Bedarf an Strom. Daher besteht großes Interesse daran, anfallendes Hochofengas in Heizkraftanlagen zu nutzen. So kann, bei gleichzeitiger Reduzierung von Emissionen, der Energiewirkungsgrad verbessert und an Kosten gespart werden. Die industrielle Kraft-Wärme-Koppelung ist ausgereift, ihre Umsetzung in extrem großen hochofengasbefeuerten Kraftwerken aber immer noch eine große technische Herausforderung, auch für den Dichtungshersteller.

EagleBurgmann entwickelte und produzierte die bislang weltweit größte gasgeschmierte Gleitringdichtung (Dry Gas Seal - DGS) für den Einsatz in Gaskompressoren des neuen 240 MW Heizkraftwerks, das im Dezember 2009 im Stahlwerk der Wuhan Iron & Steel Group in China ans Netz ging. Die Dichtung ist zudem die weltweit erste DGS, die für extreme Temperaturen von bis zu 250 °C (482 °C) ausgelegt ist.

Wuhan Iron & Steel Group ist einer der größten Stahlproduzenten weltweit und die Nummer drei in China. Das Heizkraftwerk in Wuhan betreibt parallel zwei 120 MW Gasturbinen mit ungekühltem Hochofengas aus der Roheisenproduktion. Um den Druck des Hochofengases auf den Brennkammerdruck der Turbinen zu bringen, wird das Gas von zwei großdimensionierte Kompressoren verdichtet.

Aus wirtschaftlichen Gründen wurde auf eine Vorkühlung des Gases vor der Verdichtung bzw. auf den Einsatz von mehr als zwei Kompressoren pro Turbine verzichtet. Einer der beiden horizontal geteilten Zentrifugalkompressoren hat einen Wellendurchmesser von 330 mm (12.99"), der andere 390 mm (15.35"). Dieser ist der größte jemals gebaute Kompressor und benötigt eine Wellenabdichtung mit dem selben Durchmesser von 390 mm (15.35"). Eine Größe, die bisher für diese Temperaturen nicht verfügbar war.



Verdichterstrang in der Wuhan-Anlage

Erfahrungen von EagleBurgmann mit übergroßen DGS-Dichtungen

Dry Gas Seals gehören zu den technisch anspruchsvollsten Dichtungslösungen. Sie tragen entscheidend zu Verfügbarkeit und Effizienz von Kompressoren bei. Mit dem nur wenige Mikrometer hohem Dichtspalt zwischen stationärem Gleitring und rotierendem Gegenring kann höchst effizient Leakage von Prozessgas bzw. Eintritt von Luft an den Wellenenden minimiert werden. EagleBurgmann hatte bereits früher mit einem führenden Kompressorhersteller die Entwicklung einer 390 mm DGS für Erdgasverflüssigungsanlagen (LNG) vorangetrieben. Diese innovative Gleitringdichtung ist zertifiziert und einsatzfähig. Der selbe Hersteller wählte EagleBurgmann aufgrund der LNG-Erfahrung für das Wuhan-Projekt.

Grundlagen und Herausforderungen

Die 390 mm (15.35") DGS für den Hochtemperatureinsatz in Wuhan zu entwickeln, war mit besonderen Herausforderungen für Konstruktion, Fertigung und Erprobung verbunden. Die Konstruktion musste sämtliche Aspekte des Betriebs berücksichtigen, die durch die Prozessmedien und Verdichterdrehzahlen und Temperaturen entstehen. In der Regel werden Dry Gas Seals für Temperaturen von -20 °C ... 160 °C (-4 °F ... 320 °F) ausgelegt. Da in Wuhan deutlich höhere Temperaturen erreicht werden können, musste die Dichtung für im ungünstigsten Fall auftretende 250 °C (482 °F) ausgelegt werden.

Die Herstellung großdimensionierter DGS erfordert die Einhaltung engster Fertigungstoleranzen, um einen stabilen Gasfilm zu gewährleisten. Die Hochtemperaturdichtungen wurden Test unterzogen, bei denen die Betriebskennwerte einer Brenngasverdichtungskette im Dauerbetrieb simuliert wurden.

Beim Design konnte man sich auf die LNG-Dichtung stützen. Das bereits bewährte Konzept Tandemanordnung mit Zwischenlabyrinth wurde auch für Wuhan übernommen. Dies sorgt für zusätzliche Sicherheit. Die atmosphärenseitige Dichtung ist für die gleichen Betriebsbedingungen wie die prozessseitige Dichtung ausgelegt. Im Regelbetrieb wird der prozessseitige Druck über die prozessseitige Dichtung abgebaut, während die atmosphärenseitige Dichtung als Sicherheitsdichtung mit Stickstoff betrieben wird. Ein geringer Druckunterschied im Zwischenlabyrinth gewährleistet, dass die Prozessgasleckage ausschließlich über den Anschluss zwischen prozessseitiger Dichtung und Labyrinth zur Fackel abgeleitet wird. Stickstoffleckagen zur atmosphärenseitigen Dichtung sowie Leckagen der Lagerölabdichtung werden über einen weiteren Anschluss zwischen atmosphärenseitiger Dichtung und Lagerabdichtung abgeführt.

Für Wuhan galten ähnliche Sicherheits- und Emissionsaspekte wie bei der LNG-Dichtung mit dem Unterschied, dass in LNG extrem niedrige Temperaturen von bis zu -170 °C (-274 °F) vorherrschen.

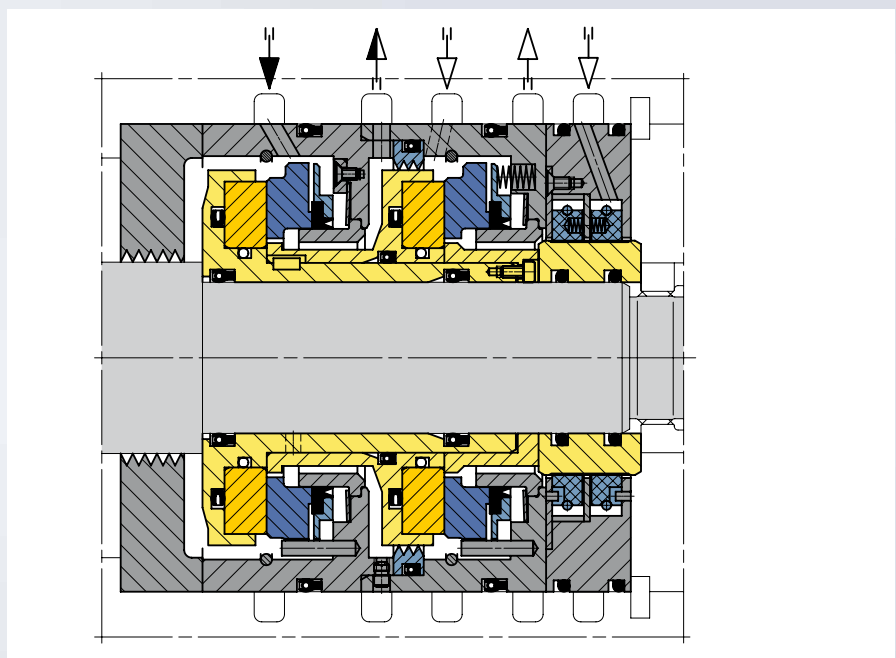
In Hochtemperatur-Betriebsumgebungen stellt die Wärmeübertragung einen kritischen Aspekt für die DGS-Konstruktion dar. Gefordert sind Werkstoffe, die erzeugte Wärme aufnehmen und vom Dichtspalt in die Gehäuse- und Ringumgebung ableiten. Von allen Werkstoffen die hier in Frage kommen, weist gesintertes Siliziumkarbid (SiC) die bei weitem höchste Wärmeleitfähigkeit aus und kann die generierte Wärme sicher aus dem Dichtspalt abführen. Als optimale Gleitwerkstoffkombination erwies sich die EagleBurgmann Hart/Hart-Standardpaarung SiC/SiC mit DLC (Diamond-like Carbon)-Beschichtung.

Die beiden Dichtflächen einer DGS müssen in allen Betriebszuständen einen stabilen, Leckage optimierten Dichtspalt bilden. Nur dann ist eine optimale Gasfilmsteifigkeit gewährleistet und minimale Leckraten sowie ein kontaktfreier Betrieb sichergestellt.

Einen entscheidenden Aspekt bei der Konstruktion der DGS für extreme Temperaturen stellt das optimierte Design der Gleitringoberflächen dar. Eine präzise Vorhersage der Dichtflächenverformung ist erforderlich, um die Geometrie der Dichtflächen exakt auf die Anwendung auszulegen. Ausgegangen wurde dabei zunächst von der Auslegung der Grundform bei Raumtemperatur und normalen Betriebsbedingungen. Anschließend wurde durch umfangreiche Berechnungen und den Erfahrungen aus anderen Projekten das optimale Ergebnis für hohe Temperaturen ermittelt und danach Schritt für Schritt optimiert.



PDGS10/390 nach erfolgreichem Testlauf beim Kompressorenhersteller



PDGS Tandemdichtung mit Zwischenlabyrinth

Ein weiterer zu berücksichtigender Aspekt ist die Wärmeübertragung und die damit einhergehende Spaltextrusion der sekundären Dichtelemente (O-Ringe). Die EagleBurgmann-Dichtung für extreme Temperaturen weist daher einige besondere konstruktive Maßnahmen rund um das dynamische Dichtelement auf: Das besondere Design ermöglicht dem stationären Gleitring ein zuverlässiges axiales Gleiten auf der Ausgleichshülse, selbst bei extremen Temperaturschwankungen in Kombination mit verschiedenen Werkstoffen und unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten.

Prüfungen und Abnahme

Große bzw. übergroße Dichtungen sind besonders anspruchsvoll in Fertigung und Testlauf, weil für sie die gleichen Toleranzen gelten wie für kleinere Dichtungen. Das Wuhan-Design hat sämtliche Prüfverfahren durchlaufen, einschließlich statischer und dynamischer Tests bei voller Belastung, Start-/Stoppzyklen, Langsamlauf und -betrieb und einem Hochtemperaturtest, bei dem die Dichtung ihr stabiles Leckageverhalten im Bereich von 20 °C (68 °F) bis 250 °C (482 °F) unter Beweis stellte. Sämtliche Tests im Prüffeld sowie im laufenden Betrieb hat die weltgrößte DGS ohne Beanstandung gemeistert und hat ihre Robustheit eindrucksvoll bestätigt. Der erste Kompressorstrang des Werks Wuhan wurde im Dezember 2009 in Betrieb genommen und läuft seitdem zur Zufriedenheit des Betreibers.