

Neue Dichtungen verhindern Vibrationen

FERNANDO ROMERO
SULZER TURBO SERVICES

Sauergasverdichter spielen bei der Entschwefelung von saurem Erdöl im Raffinierungsprozess eine entscheidende Rolle. Angesichts der immer strenger werdenden Abgas-Emissionsvorschriften und der Forderungen nach noch reineren Kraftstoffen wird die Entfernung der Sauergase zunehmend wichtiger. Der zuverlässige Betrieb der dazu nötigen Maschinen ist daher bei der Veredelung von Rohöl besonders wichtig. Sulzer Hickham, ein Unternehmen von Sulzer Turbo Services, löste die Schwingungsprobleme in der Sauergasverdichtungsanlage eines Ölproduzenten in Zentralasien.

► Aus Erdöllagerstätten wird eine Mischung aus Öl, Gas und Wasser gewonnen. Öl und Wasser werden zunächst vom Gas getrennt. Bei der Aminwäsche wird der freie Schwefelwasserstoff aus dem Öl oder dem Flüssigas (LPG, Liquefied Petroleum Gas)

im Kontakt mit einem Amin entfernt. Amine sind funktionelle Gruppen, die sich formal von Ammoniak (NH_3) ableiten und durch Substitution der Wasserstoffatome mit organischen Gruppen entstehen. Da sie schwache Basen bilden, können Amine zur Neutrali-

sation von Säuren verwendet werden, wobei die entsprechenden Salze entstehen.

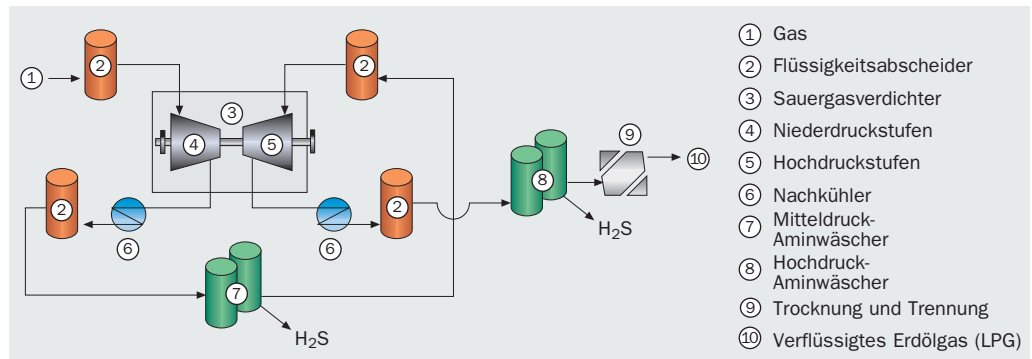
Entschwefelung

Bei der Sauergasentschwefelung wird das Gas nach der Stabilisierung und Abtrennung der flüssigen Bestandteile in die Niederdruckstufe eines Sauergasverdichters eingeleitet (Bild 1). An die Niederdruckstufe schließen sich ein Nachkühler und eine weitere Abtrennstufe für Flüssigkeit an. Im Laufe der Herstellung von Flüssiggas wird der Schwefel entfernt. Das schwefelhaltige Gas wird dabei verdichtet und mit einer angemessen starken Base – üblicherweise ein Amin – umgesetzt.

In der zentralasiatischen Raffinerie sind drei Barrelkompressoren parallel-geschaltet. Sie verfügen über eine Niederdruck- sowie eine Hochdruckstufe in Back-to-back-Anordnung. Das Gas wird der unter mittlerem Druck stehenden Aminwäsche zugeführt, bevor der Hochdruckkreislauf erneut durchlaufen wird. Das schwefelfreie Gas wird anschließend im Gasdehydrierer und -abscheider endverarbeitet und als Flüssiggas verkauft.

Schwingungsprobleme im Original

Die Dichtungen an den beiden Enden des Rotors waren ursprünglich als Ölfilmdichtung



1 Die Entschwefelung von Sauer gasen ist ein wichtiger Veredelungsschritt bei der Herstellung von Flüssiggas (LPG). Sulzer Hickham, ein Unternehmen von Sulzer Turbo Services, beseitigte die durch Vibrationen verursachten Probleme in einem Sauer gasverdichter und trug damit zur Steigerung der Betriebssicherheit einer Raffinerie bei.

ausgelegt. Sie verhindern einerseits den Austritt von Erdöl gas in die Atmosphäre und somit die Verschmutzung des Lageröls, andererseits sorgen diese Lager für eine gewisse Steifigkeit und Dämpfung der Maschine.

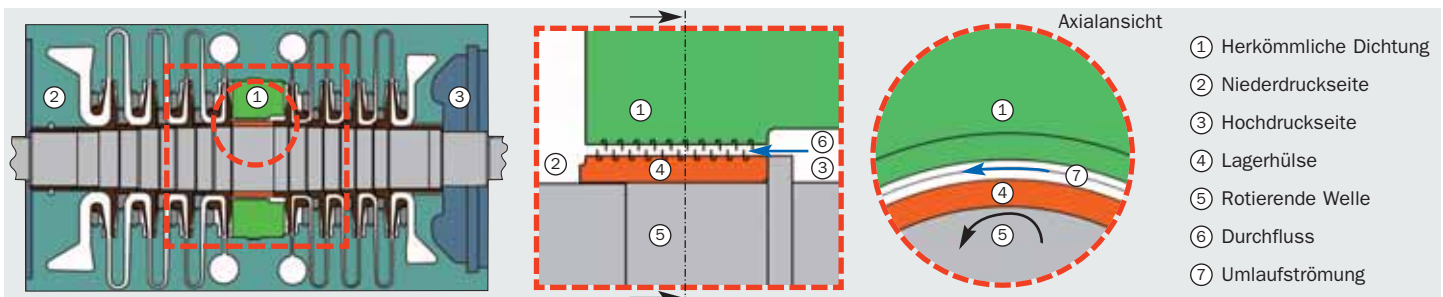
In der Mitte des Rotors trennt eine Dichtung die Niederdruckstufe von der Hochdruckstufe. In der ursprünglichen Ausführung des Verdichters übernahm eine Labyrinthdichtung diese Aufgabe.

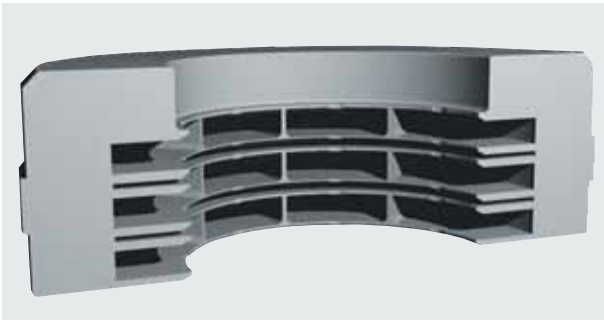
In vielen Fällen sind Labyrinthdichtungen die Ursache von Instabilitäten des Rotors. Die Strömungsverhältnisse in einer Labyrinthdichtung beeinflussen die Rotordynamik der Maschine. Umlaufströmungen in den Labyrinth en erzeugen destabilisierende kreuzgekoppelte Kräfte, die ihrerseits die Rotorstabilität beeinträchtigen (Bild 2).

Im ursprünglichen Entwurf war

der Verdichter aufgrund der Kombination des stabilisierend-dämpfenden Einflusses der Öldichtungen und der Anregung durch die Labyrinthdichtung in der Rotormitte gerade noch stabil. Das Problem entstand erst mit dem Austausch der Öldichtungen gegen trocken laufende Gasdichtungen. Trocken laufende Gasdichtungen dichten besser und schützen das Lageröl vor Verunreinigungen. Allerdings leisten sie keinen stabilisierenden Beitrag zu den rotordynamischen Koeffizienten. Infolgedessen verlor das System durch den Austausch der Dichtungen seine Steifigkeit und Dämpfungscharakteristik.

2 Die Amplituden der ersten Biegeeigenschwingung sind in der Rotormitte am stärksten. Die herkömmliche Dichtung zwischen der Hoch- und Niederdruckstufe führte zu Instabilitäten und somit zu Betriebsbeeinträchtigungen des Sauer gasverdichters.





3 Sulzer Hickham konnte die Probleme durch Vibrationen mit einem neuen Dichtungstyp beheben: der an der Texas A&M University entwickelte TAMseal-Dichtung.

Analyse zeigt Ursachen der Vibration

Nach der Inbetriebnahme der umgebauten Maschine stellten die Betreiber heftige untersynchrone Wellenvibrationen fest. Nach dem Umbau vibrierte die Maschine bei der ersten biegekritischen Drehzahl. Die fehlende Dämpfung durch die Ölfilm-lager und die destabilisierende Wirkung der Labyrinthdichtungen in der Rotormitte zwischen den beiden Stufen wurden als Ursache vermutet. Sulzer Hickham erhielt den Auftrag, eine Stabilitätsanalyse durchzuführen und für das Problem der Instabilität eine Lösung auszuarbeiten. Die Analyse bestätigte, dass die fehlende Dämpfung den Rotor beim Betrieb nahe der ersten biegekritischen Drehzahl instabil werden ließ. Außerdem stellte sich heraus, dass die maximale Lagertemperatur 93 °C (200 °F) überstieg – da der Schmelzpunkt des Lagermetalls bei 110 °C (230 °F) liegt, ist dies für einen sicheren Betrieb deutlich zu hoch.

Neuartige Dichtung eliminiert Schwingungen

Die Ingenieure von Sulzer Hickham lösten das Problem mit einer verbesserten Lagerkonstruktion. Dazu gehörten größere bronzeverstärkte Segmente, die mit kugelförmigen Halteschrauben fixiert wurden, und weißmetallbeschichtete Gleitlagerflächen. Diese Maßnahmen bewirkten eine wirksamere Wärmeabfuhr und niedrigere Lagertemperaturen.

Das Stabilitätsproblem wurde durch den Austausch der Labyrinthdichtung in der Rotormitte gegen eine TAMseal™-Dichtung (Bild 3) gelöst. Die TAMseal-Dichtung verbessert die Stabilität, weil sie eine zusätzliche direkte Dämpfung bewirkt und die kreuzgekoppelten Kräfte verringert, indem die Umlaufströmung durch die Lager-nuten gestört wird (Bild 4). Diese Lösung bedeutete einen nur minimalen Eingriff in die bestehende Geometrie, da die neue TAMseal-Dichtung exakt in die Aufnahme der ursprünglichen Labyrinthdichtung passte. Am Rotor mussten lediglich die Dichtleisten auf der Lagerhülse in der Rotormitte entfernt werden.

Nachdem die Umbauten beendet waren, wurde der Verdichter ohne Last in Betrieb genommen. Dann wurden zunächst die Niederdruckstufen und nachfolgend die Hochdruckstufen unter Last ge-

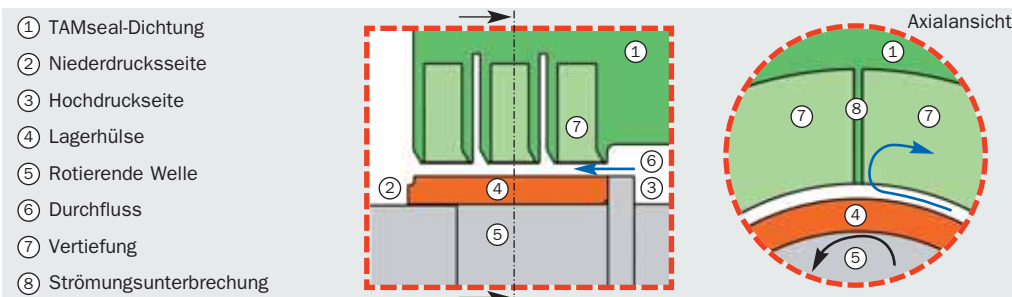
fahren. Während der Inbetriebnahme wurde nur eine schwache Vibration festgestellt. Die Wellenvibrationen blieben bei konstanter Amplitude schwach, obwohl Ansaug- und Abgabedruck während des Lastbetriebs verändert wurden. Die früheren Anzeichen von Instabilität waren nicht mehr feststellbar.

Erhöhter Durchsatz in Planung

Der Umbau verbesserte nicht nur den mechanischen Zustand der Maschine, sondern verringerte auch die Stillstandszeiten und Ausfälle aufgrund von Störungen. Letztlich erhöhte sich die Zuverlässigkeit. Sulzer Hickham lieferte somit eine solide, wirkungsvolle und wirtschaftliche Lösung für die Instabilitätsprobleme dieses Verdichters.

Aufgrund der zunehmenden Nachfrage nach Verarbeitungskapazitäten und der riesigen natürlichen Ressourcen Zentralasiens arbeitet Sulzer Hickham bereits an einem weiteren Engineering-Projekt, bei dem es um die Kapazitätssteigerung der Sauer-gasverdichtungsanlagen in derselben Raffinerie geht. Das Projekt soll den Durchsatz in der Niederdruckstufe um 15% und in der Hochdruckstufe um 24% steigern. Der Abschluss ist für Ende 2005 geplant. ◀

4 Die TAMseal-Dichtung verbessert die rotodynamischen Eigenschaften des Sauer-gasverdichters entscheidend. Drallbremsen unterbinden den Umlauf im Labyrinthdichtungsspalt und sorgen für zusätzliche Dämpfung in der Wellenmitte.



Kontakt
 Sulzer Hickham Inc.
 Fernando Romero
 11518 Old La Porte Rd.
 La Porte, TX 77571
 USA
 Telefon +1(1)713 567 27 79
 Fax +1(1)713 567 28 41
 fernando.romero@sulzer.com