

Läuft auch bei Mehrphasengemisch mit Mangelschmierung

Das Staatsunternehmen Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) betreibt im venezolanischen Orinoco-Gürtel das Ölfeld Junin. 22 Multiphasenpumpen fördern auf dem 399 Quadratkilometer großen Gebiet täglich 95.000 Barrel Rohöl aus den Bohrlöchern. Mehrphasengemische beanspruchen die Dichttechnik in den Pumpen extrem.

Die beiden Wellen der zweispindligen Multiphasenpumpen eines namhaften Herstellers werden mit je zwei Einzelichtungen aus Material in Hart-weich-Kombination von EagleBurgmann abgedichtet. Schmierung und Kühlung der Dichtungen erfolgen nach API Plan 32 und 62. Das System funktionierte einwandfrei, die Dichtungen mussten lediglich alle 24 bis 36 Monate überholt werden.

Für die Spülung der Dichtungen war der Bedarf an Naphtha als Versorgungsflüssigkeit im Plan 32 allerdings ausgesprochen hoch. Pro Pumpe und Minute liefen 45 Liter durch die Leitungen – 11,25 Liter pro Dichtung und Minute. Pro Tag und Pumpe ergab das insgesamt 407,55 Barrel, das heißt, etwa 64.800 Liter täglich. Für alle 22 Pumpen machte das 1,43 Millionen Liter Naphtha an jedem einzelnen Tag aus!

Im Lauf von etwa drei Jahren änderten sich die Betriebsbedingungen und die Beschaffenheit des Mehrphasengemischs erheblich. Die Pumpen förderten nun ein Mehrphasengemisch aus extra-schwerem Rohöl und mit einem höheren Anteil an Sand, Formationswasser und Gas. Die Folge: Etwa alle drei Monate fielen die Dichtungen aus. Diese veränderte Betriebssituation zwang den Betreiber des Ölfelds, ein neues Dichtungskonzept anzufordern, das auch den Bedarf an Naphtha als Spülmedium deutlich senken würde.

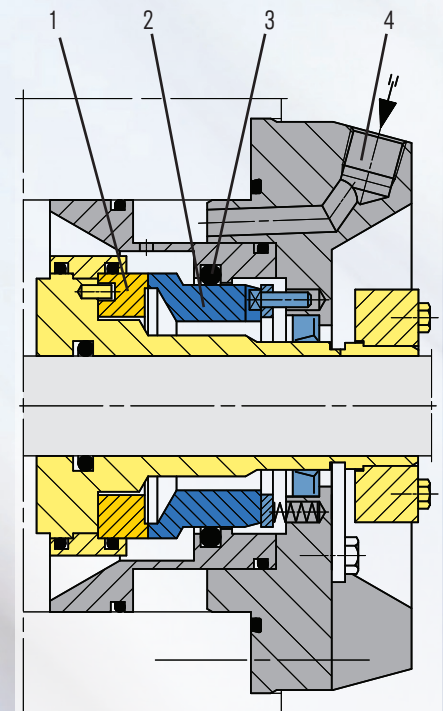
70 % weniger Spülmedium

Das Ziel war ehrgeizig: Die Dichtungen sollten auch mit 70 % weniger Spülmedium im API Plan 32 einwandfrei funktionieren, das heißt: 14 Liter pro Minute für alle vier Dichtungen in einer Pumpe! Wäre das machbar, fielen täglich rund 10.000 US-Dollar je Pumpe weniger Kosten für das Spülmedium an.

Die wechselnde Zusammensetzung des Mehrphasengemischs machte die Aufgabe zusätzlich anspruchsvoll: Der Feststoffanteil liegt bei bis zu 20 %, der Gasanteil bei 30 bis 90 % und der Wasseranteil kann bis zu 80 % betragen.

Erschwerend kommt hinzu, dass sich die Zusammensetzung des Gemischs ständig ändert und die Mengenanteile nicht vorhersehbar sind. Für die Berechnungen musste berücksichtigt werden, dass 60 % des Naphtha im Raffinerieprozess wiederverwertet werden, während 40 % nicht mehr verwendet werden können.

Der Kunde wünschte außerdem weiterhin eine Einzelichtung, da eine Doppeldichtung ein wartungsaufwendiges Sperrsystem erfordern würde. Die Ausgaben für eine Überarbeitung der Pumpen wären hoch gewesen, das Wartungsrisiko für die unbemannte Pumpstation nicht vertretbar. Umso wichtiger waren geeignete Werkstoffe für das neue Dichtungskonzept.



- 1 Gleitring
- 2 Gegenring
- 3 dynamischer O-Ring
- 4 Multipoint Injection

gelbe Flächen: rotierende Teile der Dichtung
blaue Flächen: stationäre Teile der Dichtung
graue Flächen: Pumpenwelle und Gehäuse Teile

Über die Multipoint Injection wird die Dichtung an mehreren Stellen gekühlt.



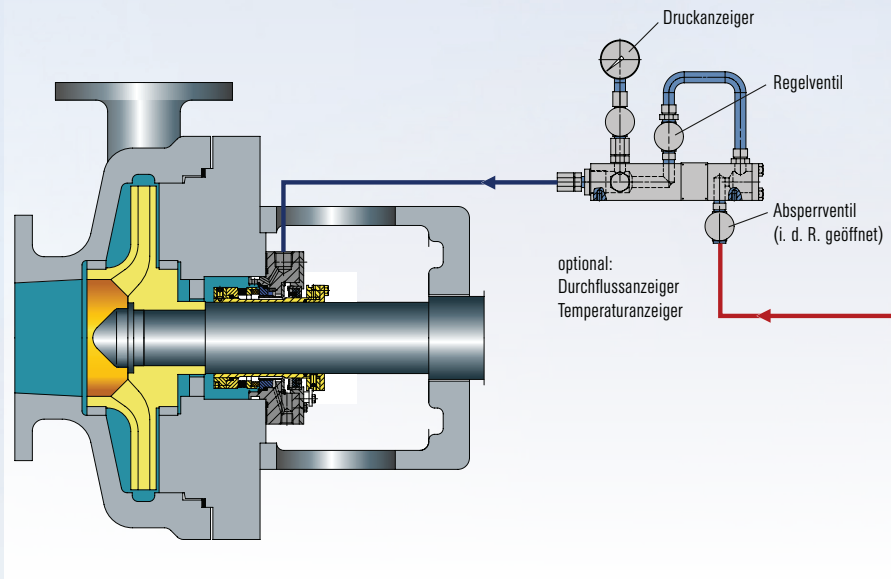
Für die Förderung des extra-schweren Rohöls sind Multiphasenpumpen im Einsatz.

Hart wie Diamant

Nach eingehenden Untersuchungen wählte EagleBurgmann eine ausgesprochen belastbare Gleitringdichtung der Baureihe HR aus, die speziell für den Einsatz in feststoffbeladenen Medien ohne Fremdspülung oder Produktzirkulation entwickelt wurde. Gleit- und Gegenring der Dichtungen sind in einer Hart-hart-Kombination aus Siliziumkarbid ausgeführt, denen die abrasive Wirkung der Sandpartikel nichts anhaben kann. Zusätzlich verleiht die Geometrie der Dichtung besondere Robustheit. Mit Blick auf die Reduzierung der Menge an Spülmedium und die schlechten Schmiereigenschaften des Mehrphasengemischs aufgrund von Sand-, Wasser- und Gasmengen, baute EagleBurgmann einen weiteren Sicherheitsschutz ein und behandelte die Gleitflächen von vier Dichtungen für eine Pumpe zusätzlich mit DiamondFace-Technologie. Dadurch erhielten die Oberflächen der Siliziumkarbid-Gleitringe eine mikrokristalline Behandlung mit künstlich hergestelltem Diamant. Diese Behandlung macht die Oberflächen extrem verschleißfest und trockenlauffähig. Außerdem wird Wärme sehr gut abgeleitet.

Veränderte Betriebsbedingungen

2014 startete der Feldversuch für alle 22 Pumpen, in einer davon befanden sich die DiamondFace-Dichtungen. Nach zehn Monaten Betrieb änderten sich die Betriebsbedingungen erneut. Statt mit Naphtha wurden die Dichtungen jetzt mit einem Gemisch aus leichtem Rohöl von mangelnder Qualität und mit höherer Viskosität versorgt. Die Folge: 21 Pumpen mussten wegen Störungen



API Plan 32: Spülmedium wird von einer externen Quelle in die Dichtungskammer eingespeist.

an den Dichtungen heruntergefahren werden. Untersuchungen zeigten, dass ein Gemisch aus Rohölprodukten die Dichtungen zugesetzt hatte. Das Spülmedium konnte diesen Widerstand nicht durchdringen, die Dichtungen blieben unversorgt und fielen aus.

Eine Pumpe läuft weiter

Alein die Pumpe mit den DiamondFace-Dichtungen lief ohne Unterbrechung weitere acht Monate. Als sie nach insgesamt 18 Monaten aus betriebs-

technischen Gründen heruntergefahren wurde, überprüfte EagleBurgmann die vier Dichtungen. Es hatten sich große Mengen des extra-schweren Rohöls, Naphthen und Sand im Einbauraum, insbesondere im Spüleinlass, angesammelt und die Versorgung über einen längeren Zeitraum teilweise oder komplett unterbrochen. Dennoch waren die Gleitflächen im besten Zustand.

Alles in allem zeigte sich nach eineinhalb Jahren Feldtest, dass Dichtungen mit DiamondFace-Beschichtung auch eine Versorgung mit 70 % weniger Spülmedium einwandfrei überstehen. Den Bedarf an Naphtha zu reduzieren und die Kosten zu senken ist möglich. Würde der Kunde alle 22 Pumpen mit DiamondFace-Dichtungen von EagleBurgmann ausstatten, könnte er jedes Jahr ungefähr 81 Millionen US-Dollar einsparen.



Trotz Phasen ohne Spülung waren die DiamondFace-Gleitflächen auch nach 18 Monaten im Top-Zustand.

Betriebsbedingungen

Saugdruck: $p = 7,4 \dots 9,1$ bar
(107 ... 132 PSI)
Auslassdruck: $p = \max. 16,5$ bar (240 PSI)
Temperatur: $t = + 35 \text{ °C} \dots + 40 \text{ °C}$
(+ 95 °F ... + 104 °C)
Drehzahl: $n = 1.500 \dots 2.000 \text{ min}^{-1}$
Medium: extra-schweres Rohöl mit 20-25 %
Feststoffanteil