

1 Die Transmountain Pipeline beginnt in Edmonton (CDN) und endet an der Pazifikküste. Der Transport einer Charge durch die Pipeline hindurch dauert 196 Stunden.

Pipeline-pumpen: effizient und zuverlässig

HARINDRA SAMARASEKERA
ROLF LUENEBURG
SULZER ROTEQ

Wichtige Kenndaten bei der Auslegung einer Pipelineanlage sind Energiewirkungsgrad, Anlagenzuverlässigkeit und Flexibilität im Durchsatz. Herkömmliche Pumpen können bei Förderleistungen außerhalb des Wirkungsgrad-Bestpunktes den höchstmöglichen Wirkungsgrad nicht erzielen. Die HSD-Pumpe (Horizontal Split Diffuser, d.h. horizontal geteilter Diffusor) jedoch schon.

Die durch Pumpen verbrauchte Energie stellt einen erheblichen Anteil an den Betriebskosten der Pipelines dar, besonders wenn diese sehr lang sind (Bild 1). Die Transmountain Pipeline (siehe Kasten), die von Edmonton (CDN) über die Rocky Mountains nach Vancouver (CDN) führt, verbraucht rund 15 kWh zum Transport von 1 m³ Rohöl vom Anfangs- zum Endpunkt. Ausgedrückt in Litern Rohöl als Energieeinheit wird zum Transport von 600 Litern 1 Liter Rohöl verbraucht. Leistungsfähige Pumpensysteme tragen zum rentablen Betrieb dieser Pipeline bei (Bild 2).

Herkömmliche Kreiselpumpen sind so konstruiert, daß sie nur bei der am Wirkungsgrad-Bestpunkt erbrachten Förderleistung zufriedenstellend arbeiten. Bei Förderleistungen außerhalb des Bestpunktes fällt der Pumpenwirkungsgrad unter schlechter Energieausnutzung ab, wobei die nicht genutzte Energie in Schwingungs-, Geräusch- und Wärmeenergie umgewandelt wird. Die Schwingungs- und Geräuschenergie trägt zu vorzeitigen und nicht vorhersehbaren Pumpenausfällen bei. Zusätzlich zu der dadurch verursachten herabgesetzten Verfügbarkeit der Pipeline haben die dadurch bedingten Austausch-

und Reparaturkosten eine direkte Auswirkung auf die Betriebskosten.

DIE HSD-PUMPE

Die horizontal geteilte Diffusorpumpe (HSD-Pumpe) von Sulzer Bingham Pumps Inc. ist eine einstufige Spiralgehäuse-Diffusorpumpe mit doppelter Ansaugung, die mit einer Reihe unterschiedlicher Laufrad-Diffusor-Kombinationen ausgerüstet werden kann, um die Förderleistung und die Förderhöhe über einen ausgewählten Bereich hinweg verändern zu können (Bild 3). Ein einziges Modell dieser Pumpe kann mit sechs bis zehn verschiedenen Laufrad-



2 Die Pumpstation Sumas – 60 km südöstlich von Vancouver gelegen – ist eine der Pumpstationen der Transmountain Pipeline, bei der die neuen HSD-Pumpen von Sulzer Bingham verwendet werden.

Diffusor-Kombinationen versehen werden.

Die Laufrad-Diffusor-Kombinationen sind gleichmäßig in zwei Gruppen aufgeteilt: in jene mit kleiner und jene mit großer Förderhöhe. In der Pipeline-Terminologie werden die Pumpen mit großer Förderhöhe als solche mit 100%iger Förderhöhe bezeichnet, die mit kleiner Förderhöhe als Pumpen mit 75%iger Förderhöhe. Zur Begrenzung der Anzahl von Teilen werden die Laufräder für kleine und große Förderhöhe aus dem gleichen Gußteil gefertigt. Das fertige Laufrad für kleine Förderhöhe weist einen kleineren Durchmesser als dasjenige für große Förderhöhe auf.

Der Förderleistungsbereich der Laufrad-Diffusor-Kombinationen ist so bemessen, daß der Bestpunkt bei den Kombinationen mit niedriger Förderleistung bei 100% liegt und bei den Kombinationen mit hoher Förderleistung bei 175%. Die Bestpunkte der anderen Laufrad-Diffusor-Kombinationen liegen in gleichmäßigen Abständen zwischen diesen beiden Förderleistungswerten. Die Kombination mit niedriger Förderleistung deckt den Bereich bis herunter zu 50% Durchfluß ab, während die Kombination mit hoher Förderleistung einen Durchfluß bis 220% abdeckt.

AUSGELEGT FÜR MAXIMALE FÖRDERLEISTUNGEN

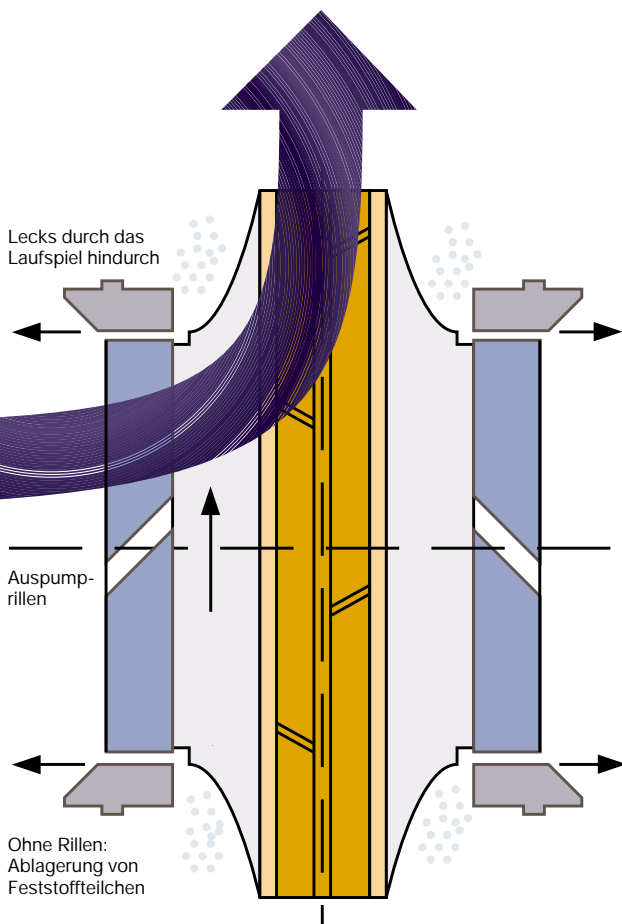
Durch Auswahl der passenden Laufrad-Diffusor-Kombinationen und der richtigen Anzahl von Pumpen kann eine Pipelineanlage unter den meisten Bedingungen nahe am Bestpunkt betrieben werden, was zu deutlichen Energiekosteneinsparungen führt. Die Nennleistung der Pipelinepumpen kann zwischen 750 und 3700 kW liegen. Auf der Grundlage von Energiekosten in Höhe von 0,1 kanadischen Dollar (CAD) pro Kilowattstunde lassen sich pro Pumpe schätzungsweise Ein-

sparungen von rund 350 000 CAD pro Jahr erzielen. Dank der verringerten Schwingungs- und Geräuschentwicklung werden darüber hinaus auch die Pumpenteile weniger beschädigt, wodurch die Zuverlässigkeit der Pumpen verbessert wird.

Die wichtigsten hydraulischen Parameter der Laufräder und Diffusoren der HSD-Pumpe wurden sorgfältig gewählt, um einen hohen Gesamtwirkungsgrad zu erzielen. Dies wurde bewerkstelligt, ohne die hydraulische Stabilität der Pumpe zu beeinträchtigen.

3 HSD-Pumpen in der Pumpstation Sumas: Die HSD-Pumpe ist eine einstufige Spiralgehäuse-Diffusor-Pumpe mit doppelter Ansaugung, die mit einer Reihe verschiedener Laufrad-Diffusor-Kombinationen ausgerüstet werden kann.





4 **Schnitzzeichnung der HSD-Pumpe:** Zur Verhinderung einer Ablagerung von Feststoffteilchen zwischen dem Gehäuse und dem Laufrad sind die Laufrad-Schleißringe mit Auspumprillen versehen.

Da die HSD-Pumpe zur Förderung einer breiten Produktpalette bei unterschiedlichsten Betriebsbedingungen vorgesehen ist, müssen bestimmte Pumpenteile, die bei allen Laufrad-Diffusor-Kombinationen zum Einsatz kommen, wie Antrieb, mechanische Dichtungen, Lager, Kupplung, Grundplatte und Welle, für maximale Förderleistung ausgelegt werden. Auch muß das Pumpen-Spiralgehäuse für höchste Pumpenleistung und Förderhöhe der darin untergebrachten Laufrad-Diffusor-Kombinationen konstruiert werden. Dies kann nur wirtschaftlich sein, wenn die für die größeren Förderleistungen und Förderhöhen bestimmten Laufräder und Diffusoren häufiger verwendet werden.

FLÜSSIGKEITEN MIT FESTSTOFFANTEILEN

Die in bestimmten Pipelines geförderten Flüssigkeiten enthalten höhere Anteile abrasiver Feststoffe. Obwohl die meisten der durch die Pumpe strömenden Feststoffteilchen bei der Bestpunktförderleistung die Pumpe wieder verlassen, ist es unvermeidlich, daß einige davon in den Zwischenraum zwischen dem Laufrad und dem Pumpengehäuse gelangen. Falls die Teilchen größer als das radiale Spiel zwischen den Laufrad- und Gehäuse-Schleißringen sind, werden sie dort abgelagert (Bild 4[■]). Mit der Zeit nimmt die Menge der abgelagerten Teilchen zu und verursacht Verschleißschäden an den benachbarten Stellen des Pumpenlaufrads und des Gehäuses.

Zur Verhinderung dieser Erscheinungen sind die Laufrad-Schleißringe der HSD-Pumpen mit Auspumprillen versehen. Diese Rillen sind in einem solchen Winkel angebracht, daß die dorthin gelangenden Teilchen leicht wieder ausgeschwemmt werden können.

Bei einer Pumpe mit solchen Rillen ist die interne Rückströmung anfänglich höher als bei einer Pumpe ohne Rillen, wodurch der Wirkungsgrad kurzfristig absinkt. Nach einer gewissen Betriebszeit fällt der Wirkungsgrad einer Pumpe ohne Rillen jedoch viel stärker ab als der einer Pumpe mit Rillen. An verschiedenen Pipelines durchgeführte Untersuchungen haben dies bestätigt. Nach einigen Jahren Betriebszeit wiesen Pumpen ohne Rillen eine Abnahme des Wirkungsgrades von 4% auf, während sich der Wirkungsgrad bei Pumpen mit Rillen nur um 0,5% verminderte.

Die mechanischen Dichtungen der meisten Pipelinepumpen werden durch das geförderte Medium gekühlt und geschmiert. In den Stopfbüchsräumen können sich Feststoffe ablagern und Verschleißschäden verursachen. Bei der HSD-Pumpe wird eine austauschbare Hülse aus gehärtetem Werkstoff verwendet, was Verschleißschäden auf ein Minimum zu begrenzt. Auch an diesen mit einer Verengung versehenen rotierenden Hülsen sind ähnlich wie bei den Schleifringen Rillen angebracht, womit dort die Ablagerung von Feststoffteilchen ausgeschlos-

sen wird. Außerdem verhindern Schutzhülsen auf beiden Seiten des Laufrades Verschleißschäden an der Pumpenwelle.

VERMINDERUNG DER DRUCKSCHWINGUNGEN

Am Laufradaustritt einer Kreiselpumpe entstehen durch Interaktion Druckschwingungen. Die Schwingungsamplituden müssen zur Gewährleistung eines gleichmäßigen und störungsfreien Betriebes auf ein Minimum reduziert werden, da die Pumpe sonst zu stark vibriert; dies könnte zu einem vorzeitigen Ausfall von Pumpenbauteilen führen.

Die Laufräder der HSD-Pumpe

verursachen beim Betrieb nur sehr geringe Druckschwingungen. Dies wird durch gegeneinander versetzte Anordnung der Austrittsschaufeln auf beiden Seiten des Laufrades erreicht. Außerdem ist die Schaufel am Laufradaustritt um 20 bis 30 Grad verdreht angeordnet (Bild 5[■]).

NEUERE KONZEPTE

Obwohl die HSD-Pumpe gegenüber der herkömmlichen Kreiselpumpe beträchtliche Vorzüge aufweist, bleibt immer noch Raum für weitere konstruktive Verbesserungen. Eine Verbesserungsmöglichkeit wäre der Ersatz des feststehenden durch einen verstellbaren Schaufeldiffusor.

Eine solche Konstruktion basiert auf dem Prinzip der Änderung des Querschnittsverhältnisses bei Änderung der Förderleistung. Das Querschnittsverhältnis ändert sich im umgekehrten Verhältnis zu der spezifischen Drehzahl der Pumpe, wodurch eine Pumpe mit variabler spezifischer Drehzahl geschaffen würde.

In Verbindung mit einem frequenzvariablen Antrieb ergäbe sich bei dieser Konstruktion eine maximale Flexibilität der Pipelines für die Förderung einer Vielzahl von Produkten mit unterschiedlichen Förderleistungen bei hohem Wirkungsgrad und hoher Zuverlässigkeit und minimalen Stillstandskosten. Ω



5[■] Ein Diffusor (links) und ein Laufrad (rechts) einer HSD-Pumpe: Die Schaufeln am Laufradaustritt sind um 20 bis 30 Grad verdreht angeordnet. Dies ist einer der Faktoren, die zu einem gleichmäßigen Lauf der Pumpe beitragen.

TRANSMOUNTAIN PIPELINE

Die Transmountain Pipeline führt von Edmonton (CDN) über die Rocky Mountains bis zur Pazifikküste. Die Terminals liegen in der Nähe von Vancouver (CDN) und Laurel (USA). Die Pipeline hat eine Länge von rund 1250 km und erhebt sich von Meereshöhe bis auf 1200 m über Meereshöhe. Die maximale Förderleistung beträgt 52 800 m³ pro Tag. Die Pipeline gehört der Transmountain Pipe Line Company Ltd., der amerikanischen Niederlassung der Trans Mountain Oil Pipe Line Corporation.

INFO DIRECT

Sulzer Bingham Pumps Inc.
Harindra Samarasekera
4129 Lozells Ave.
CDN – Burnaby B.C. V5A 2Z5
Kanada
Telefon +1 (1)604-415 78 53
Telefax +1 (1)604-415 78 50
E-Mail samarasa@sbpimail.attmail.com