

Eiskalt und effizient

RED PALEY
MIKE KEMP
SULZER PUMPS

Verflüssigtes Erdgas (LNG) wird weltweit als Energiequelle immer wichtiger. Ein Hauptvorteil von LNG besteht darin, dass das Erdgas nach der Verflüssigung bei sehr niedrigen Temperaturen in Tankern – im Prinzip sind das schwimmende Thermosflaschen – in Regionen außerhalb der Reichweite konventioneller Pipeline-Netzwerke transportiert werden kann. Im Zielhafen wird die Flüssigkeit durch einen Wärmetauscher gepumpt, wo sie wieder in den gasförmigen Zustand gebracht und dann mittels herkömmlicher Rohrleitungen verteilt wird. In dieser letzten Phase fördert eine für tiefe Temperaturen geeignete Pumpe das LNG mit hohem Druck durch den Wärmetauscher. Sulzer-Pumpen spielen beim Pumpen von LNG und anderen Tieftemperatur-Produkten eine führende Rolle.

► Um LNG zu erhalten, wird Erdgas zunächst gereinigt, um es von höheren Kohlenwasserstoffen und Verunreinigungen zu befreien, und dann durch Kühlung bis auf -163°C kondensiert. Durch die Verflüssigung des Gases wird sein Volumen auf $1/600$ reduziert. Da LNG aus Erdgas hergestellt wird, ist es eine Mischung verschiedener gasförmiger Kohlenwasserstoffe. Gereinigtes LNG enthält normalerweise über 90% Methan sowie geringe Mengen von Ethan, Propan, Butan und einige höhere Alkane.

Gastransport ohne Pipeline

Die für den Transport von LNG erforderliche Infrastruktur umfasst Kühl- und Transporteinrichtungen

in den Förderländern sowie Zielhäfen für die Entladung und Verdampfung des LNG (Bild 1). Die Verdampfungsanlagen sind normalerweise an Lagertanks und ein Pipeline-Netzwerk angeschlossen. Die Wiedergewinnung von Gas aus LNG hängt vom kontinuierlichen und zuverlässigen Betrieb der Haupt-Förderpumpen ab. In der Vergangenheit waren dies meistens Tauchpumpen. Die zunehmende Größe der LNG-Umschlagterminals hat einige Nachteile dieser Lösung verstärkt. Dies sind ein relativ niedriger Wirkungsgrad, die geringe Zuverlässigkeit der Lager und dass die Pumpen bei Wartungsarbeiten ausgebaut werden müssen. Um diese Nachteile zu überwinden,

verwendet Sulzer Pumps für LNG-Anwendungen an der Oberfläche montierte Pumpen mit externem Motor (Flanschmotorpumpen).

Überlegenes Design

Die Anwendung von Flanschmotorpumpen statt anderer möglicher LNG-Pumpen hat deutliche Vorteile hinsichtlich des Wirkungsgrads. Das Laufrad mit hoher spezifischer Drehzahl, das speziell mit dem Ziel einer optimalen Stufenförderhöhe ausgewählt wurde, hat den höchsten Pumpenwirkungsgrad für diesen Maschinentyp (Bild 2). Die Verwendung konventioneller Elektromotoren bringt weitere Vorteile. Diese Motoren sind luftgekühlt, explosionsgeschützte Maschinen, die höhere Wirkungsgrade haben als Tauchmotor-Modelle. Das Ergebnis ist ein kombinierter Pumpen- und Motorwirkungsgrad, der höher ist als jener, der mit anderen LNG-Pumpentechnologien erzielt werden kann. Dies wiederum führt zu wesentlichen Kosteneinsparungen über die ganze Lebensdauer. Die Energieeinsparungen sind so hoch, dass sich Pumpen mit Flanschmotor in relativ kurzer Zeit amortisieren. Basierend auf dem erfolgreichen vertikalen, gekapselten, mehrstufigen Modell API610 VS7 VCR, hat Sulzer Pumps die JVCR-Serie speziell dem Pumpen bei tiefen Temperaturen angepasst. Pumpen dieser



© Oman LNG LLC, Sultanate of Oman

Bauart wurden an Hunderten von Orten installiert und werden dort für Ethylen, Ammoniak, LPG (verflüssigte Erdöl-Begleitgase), Propylen und für LNG-Anwendungen eingesetzt.

Hervorragende Zuverlässigkeit

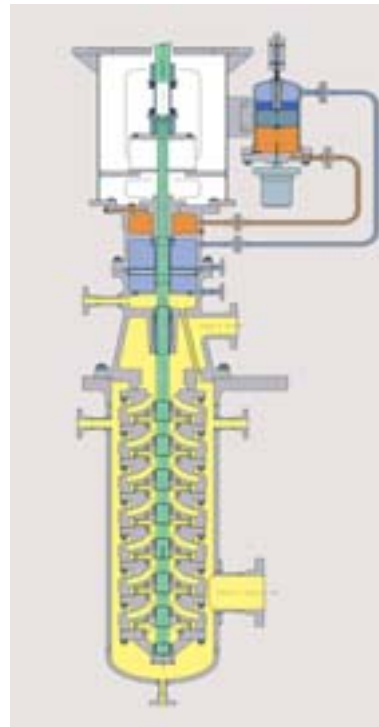
Das Flanschmotor-Design ist sehr zuverlässig, da alle Axiallager der Pumpe und des Motors in herkömmlicher Weise ölgeschmiert sind und die mechanischen Dichtelemente bei Idealbedingungen arbeiten. Diese kritischen Komponenten werden den extrem niedrigen Temperaturen des gepumpten LNG nicht ausgesetzt.

Es gibt Referenz-Anlagen von Sulzer Pumps, in denen die JVCR-Förderpumpen mehr als 400 000 Stunden (über 6 Jahre) ohne nennenswerten Ausfall von Bauteilen einschließlich Lagern und mechanischen Dichtungselementen betrieben wurden.

Für Lager und Dichtungen verwendet die JVCR-Serie von Sulzer Pumps zuverlässige und erprobte Lösungen für Tieftemperatur-Anwendungen. Bei der JVCR-Baureihe kommt ein extern montiertes, geschlossenes Kippsegmentlager zum Einsatz. Dieses Lager reagiert auf Laständerungen, daher haben Schwankungen des Ansaugdrucks, Prozessänderungen oder erhöhte Umgebungstemperaturen keine nachteilige Wirkung auf den Pumpbetrieb.

Die Sulzer-J-Einheit ist das Tieftemperatursystem für die Wellen-

1 Verflüssigtes Erdgas (LNG) ermöglicht die Nutzung von Erdgasressourcen, die nicht an das Pipelinennetz angeschlossen sind. Hier eine Verflüssigungsanlage und ein Tanker. Sulzer-Pumpen spielen eine wichtige Rolle bei der Verdampfung von LNG.



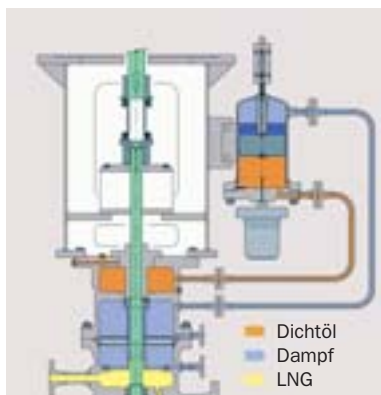
dichtung und wird seit fast 40 Jahren weltweit bei Hunderten von Pumpen eingesetzt (Bild 3). In einer Isolierkammer über dem Pumpenauslauf herrscht Ansaugdruck. Da dieser Bereich nicht thermisch isoliert ist, ist die Temperatur höher, was einer kleinen Menge von LNG ermöglicht, auszugasen und dann in den oberen Bereich der J-Einheit zu gelangen. Die J-Einheit hat ein Neopren-Rolldiaphragma und einen Gewichtskolben, der auf ein leichtes Mineralöl im unteren Teil drückt. Dieses füllt die mechanische Abdichtkammer und garantiert so, dass die Dichtungen, unabhängig von Schwankungen des Ansaugdrucks, unter nahezu perfekten Bedingungen arbeiten, da sie leichtes Mineralöl bei einer Temperatur abdichten, bei der keine Vereisung erfolgen kann.

Leistungsfähigkeit erwiesen

Aufgrund steigender Umweltauflagen sind vollständige Abnahmeversuche bei Tieftemperatur auf-

2 Bei Pumpen mit Flanschmotor sind die wichtigen Teile der Pumpe an der Oberfläche und damit für die Wartung und Instandhaltung leicht zugänglich.

3 Die erprobte J-Einheit umfasst das Tieftemperatursystem für die Wellendichtung und sichert gute Betriebsbedingungen ohne LNG-Leckage.



wändig. Zur Prüfung der Leistungsfähigkeit führt Sulzer Pumps eine Reihe anderer Versuche durch, um so die Zuverlässigkeit der Pumpen nachzuweisen.

Die hydraulische Leistung wird wegen des Dichteunterschieds zwischen Wasser und LNG an einer mehrstufigen Pumpe bei herabgesetzter Drehzahl ermittelt. Die Daten für die Leistung bei voller Drehzahl werden dann mit bewährten Aufwerteverfahren berechnet.

Die mechanischen Versuche mit Wasser werden bei Nenndrehzahl an einer Pumpe durchgeführt, de-



4 Kalter Rotor-Umlauftest mit flüssigem Stickstoff.

ren Stufenzahl wegen des Dichteunterschieds herabgesetzt ist. Die Ergebnisse werden dann für das Betriebsverhalten einer vollstufigen Pumpe extrapoliert.

Das Verhalten bei Tieftemperatur wird mit Hilfe von kalten Rotorumlauftversuchen bei einer vollstufigen Pumpe ermittelt, wobei flüssiger Stickstoff die Maschine abkühlt, um Kontraktion und Fertigungsqualität bei der tatsächlichen Produkttemperatur nachzuweisen (Bild 4). Die Legierung verleiht dem Material die nötigen physikalischen Eigenschaften einschließlich der mechanischen Festigkeit und der Duktilität bei niedrigen Temperaturen. Andere wichtige Materialeigenschaften sind die thermische Kontraktion und die spezifische Wärmeleitfähigkeit, so dass die optimale Leistung sowie das richtige Spiel in allen Spalten und Passungen während aller Betriebsmodi sichergestellt werden.

Größere Anlagen

Viele Jahre lang wurde LNG vor allem zur Abdeckung von Bedarfsspitzen und nicht zur Grundversorgung eingesetzt. Die Entwicklung von LNG zu einem wichtigen Teil des Energiemix für viele Länder hat zu einem Anwachsen der Größe der LNG-Entladeterminale geführt. Um mit diesem Wachstum Schritt zu halten, hat sich die Größe von Förderpumpen erhöht, und der Markt erlebte eine Entwicklung hin zu Lösungen mit Flanschmotor (Bild 5).

Die gegenwärtig weltweit größten Pumpen zur LNG-Förderung, die im LNG-Terminal Botas in der Türkei betrieben werden, wurden von Sulzer Pumps hergestellt. Diese Maschinen haben eine Leis-

tungsaufnahme von 1200 kW im Nennpunkt und eine installierte Motorleistung von 1400 kW. Sie arbeiten seit ihrer Installation im Jahre 1994 störungsfrei.

Wegen der starken Nachfrage nach LNG erhielt Sulzer Pumps kürzlich einen Auftrag für 5 Förderpumpen, die im Hafen von Seebrügge (BE) installiert werden sollen. Seebrügge ist einer der größten europäischen Erdgasterminals und ein wichtiger Hafen für Flüssiggasimporte. Wenn sie in Betrieb sind, werden diese Pumpen mit einer hydraulischen Leistung von 1450 kW und einer installierten Motorleistung von 1600 kW die größten LNG-Förderpumpen der Welt sein. Angesichts des wachsenden Markts ist allerdings zu erwarten, dass dieser Weltrekord nicht lange bestehen wird. ◀

5 Bauteile und teilweise montierte Pumpen. Bei einer zweiteiligen Welle beträgt die maximale Fertigungslänge etwa 4,5 m.



Kontakt

Sulzer Pumps (UK) Ltd
Red Paley
Leeds
LS11 8BR
Großbritannien
Telefon: +44 113 272 4541
Telefax: +44 113 272 4470
red.paley@sulzer.com