



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 228 019 A1

4(51) F 16 L 19/03

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 16 L / 268 691.1

(22) 25.10.84

(44) 02.10.85

(71) Technische Hochschule, „Otto von Guericke“, 3010 Magdeburg, PSF 124, DD

(72) Weiß, Eckart, Dr.-Ing.; Thieme, Ralf, Dipl.-Ing.; Richter, Horst, Dr. rer. nat.; Peuker Siegfried, Dipl.-Ing., DD

(54) Lösbare Verbindung für Rohre

(57) Die Erfindung betrifft eine lösbare Verbindung für Rohre, die aus polymeren Werkstoffen besteht und bei der ein Dichtelement zwischen zwei Bunden angeordnet ist, die mittels Losflansch bzw. Überwurfmutter miteinander verspannt sind. Ziel ist, den Gebrauchswert dieser Verbindungen zu erhöhen. Hierbei ist der Einfluß des viskoelastischen Werkstoffverhaltens der Bauteile sowie ihrer Steifigkeit auf das Dichtverhalten möglichst gering zu halten. Erfindungsgemäß ist die Stirnseite mindestens eines der beiden Bunde nach innen konisch ausgebildet, so daß im unverspannten Zustand ein keilförmiger Spalt entsteht. Außerdem ist im Bereich des Bordes, dicht am Bundhals eine ringförmige Überhöhung vorgesehen, auf der der Losflansch bzw. die Überwurfmutter aufliegen. Im verspannten Zustand ist der keilförmige Spalt geschlossen, während der Spalt um den Bundhals sich nur verringert. Fig. 1

Titel der Erfindung

Lösbare Verbindung für Rohre

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine lösbare Verbindung für Rohre, die aus polymeren Werkstoffen besteht und bei der ein Dichtelement zwischen zwei Bunden angeordnet ist, die mittels Losflanschen bzw. Überwurfmutter miteinander verspannt sind.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Aus polymeren Werkstoffen bestehende lösbare Verbindungen für Rohre werden überwiegend, ähnlich wie bei metallischen Rohrverbindungen, mit Hilfe von Losflanschen oder Überwurfmutter hergestellt. Die Dimensionierung, die konstruktive Gestaltung der Bunde, Flansche bzw. Überwurfmutter sowie die Abmessungen und Anordnung der Dichtelemente wurde dabei im wesentlichen in Anlehnung an Standards der entsprechenden Teile aus Stahl vorgenommen.

In der Praxis hat sich gezeigt, daß solche Rohrverbindungen nicht dicht sind bzw. im Laufe der Zeit undicht werden, obwohl die Flansche gemäß TGL 34225/03 geprüft werden. Diese Prüfung, die auch international üblich ist (ISO-Empfehlung R 161 - 1960), stellt eine extrem hohe Beanspruchung der

Flansche dar, da diese dabei mit einem wesentlich höheren Innendruck als den üblichen Betriebsdruck geprüft werden.

Bisher wurde versucht, die Undichtigkeit der Verbindung durch Nachziehen der Spannelemente zu beseitigen. Das führte häufig zum festigkeitsmäßigen Versagen der Bunde, der Losflansche oder der Überwurfmutter. Die zur Reparatur notwendige Stilllegung der Rohrleitungen ist in den meisten Fällen mit hohen Ausfallzeiten und Verlusten verbunden. Man hat auch schon versucht, das Dichtverhalten solcher Rohrleitungsverbindungen durch konstruktive Maßnahmen zu verbessern. Dazu wurden auf der Stirnseite der Bunde Profilierungen wie Nut/Feder, Nut/Nut oder Vor- und Rücksprung angebracht. In die dadurch entstandenen Hohlräume hat man das Dichtelement eingelegt. Um dem starken Verformungsvermögen der polymeren Werkstoffe Rechnung zu tragen, müssen relativ tiefe Einschnitte eingebracht werden. Das führt zu einer Schwächung des tragenden Querschnittes, so daß nur durch erhöhten Materialeinsatz die hohen Festigkeitsanforderungen der Prüfung der Flansche erfüllt werden können. Aber auch diese Maßnahme hat sich in der Praxis als unbrauchbar erwiesen, da trotz Profilierung der Stirnseiten der Bunde die Dichtung insbesondere größerer Nennweiten bei höheren Drücken aus der Nut herausgedrückt werden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine aus polymeren Werkstoffen bestehende Verbindung für Rohre zu schaffen, die ohne Erhöhung des Materialaufwandes einen hohen Gebrauchswert aufweist. Gegebenenfalls soll die neue Verbindung weniger Material erfordern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Bei der Untersuchung der Mängel der im Stand der Technik beschriebenen Verbindung wurde festgestellt, daß bisher versucht wurde, das viskoelastische Werkstoffverhalten durch erhöhte

Dichtungspreßkräfte bereits bei der Montage der Rohrverbindung zu berücksichtigen. Die Dichtungspreßkräfte, die mittels der Spannelemente aufgebracht werden, wurden dabei mehr oder weniger willkürlich gewählt.

Unberücksichtigt blieb jedoch die werkstoffgerechte Gestaltung und Dimensionierung der Bauteile der Verbindung. Daraus ergibt sich die Aufgabe, die aus polymeren Werkstoffen bestehende Verbindung für Rohre derart zu verändern, daß der Einfluß sowohl der zeitabhängigen Verformung der Bauteile als auch ihres Steifigkeitsverhaltens auf das Dichtverhalten der Verbindung möglichst gering bleibt.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Stirnseite mindestens eines der beiden Bunde nach innen konisch ausgebildet ist. Der Konuswinkel β errechnet sich nach der Gleichung

$$\beta = (0,45 \dots 0,55) \frac{\epsilon_{F\infty B}}{100} \cdot \frac{(D_2 - D_1)}{h_B}$$

Hierbei bedeuten:

D_1 den Innendurchmesser des Bundes

D_2 den Außendurchmesser des Bundes

h_B die mittlere Dicke des Bundes und

$\epsilon_{F\infty B}$ die werkstoffspezifische Reißgrenze des Bundeswerkstoffes in %

Der so im unverspannten Zustand beider Bunde entstandene, sich nach außen verjüngende Spalt ist im verspannten Zustand beider Bunde geschlossen.

Außerdem ist im Bereich des Bordes, vorzugsweise dicht am Bundhals eine ringförmige Überhöhung vorgesehen, auf der der Losflansch bzw. die Überwurfmutter aufliegen. Dadurch entsteht zwischen Bund und Losflansch bzw. Überwurfmutter ein nach außen gerichteter Spalt. Die Spaltbreite am Bundrand ergibt sich aus der Beziehung

$$s = (1 \dots 1,2) \frac{(D_7 + D_3) (D_2 - D_7)}{4 h_L} \frac{\epsilon_{F\infty L}}{100}$$

- D_7 den Außendurchmesser des Losflansches bzw. der Überwurfmutter
 D_3 den Innendurchmesser des Losflansches bzw. der Überwurfmutter
 h_L die mittlere Dicke des Losflansches bzw. der Überwurfmutter
 ϵ_{FL} die werkstoffspezifische Reißgrenze des Losflansch- bzw. Überwurfmutterwerkstoffes.

Zur Erzielung einer hohen Dichtwirkung ist es vorteilhaft, die Stirnseiten beider Bunde konisch auszubilden. Der keilförmige Spalt besitzt dann einen Winkel von 2β , sofern die Stirnseite beider Bunde gleichmäßig konisch ausgeführt sind und beide Bunde aus dem gleichen Werkstoff bestehen bzw. einen Winkel von $\beta = \beta_1 + \beta_2$ wenn die Stirnseiten unterschiedliche Konuswinkel $\beta_{1/2}$ aufweisen oder die Bunde aus verschiedenen Werkstoffen bestehen.

Die Überhöhung kann auf unterschiedliche Weise erreicht werden. Es ist z. B. möglich, daß der Bundbord oder die Auflagefläche des Losflansches bzw. der Überwurfmutter oder beide Flächen konisch abgeschrägt sind, so daß der Spalt sich nach außen öffnend keilförmig ist. Die Breite des Spaltes am Außenrand des Bundes entspricht dann der Spaltbreite s . Es ist auch denkbar, daß die Überhöhung an dem Bund oder dem Flansch bzw. der Überwurfmutter angegossen ist.

Für die Pressung des Dichtelementes ist es vorteilhaft, dieses möglichst weit außen anzuordnen.

Bei Verwendung von Losflanschen können vorteilhafterweise einseitig bis zum Bundhals verbreiterte und an die diesem form-schlüssig anliegende Unterlegscheiben aus Stahl verwendet werden. Dadurch wird der Losflansch hinsichtlich seiner Biegebeanspruchung entlastet und gleichzeitig die Unterlegscheibe gegen Verdrehen gesichert. Die Kraftübertragung von den Spannelementen auf die Bunde erfolgt dadurch nicht zu Lasten des Losflansches.

Die erfindungsgemäße Lösung berücksichtigt das viskoelastische Werkstoffverhalten der Bauteile aus polymeren Werkstoffen.

Dabei wird nicht nur dem zeitbedingten Deformationsverhalten dieser Bauteile Rechnung getragen sondern in erster Linie ihrem Steifigkeitsverhalten allgemein durch eine gezielte konstruktive Gestaltung. Die Dichtungspreßkraft verschließt den keilförmigen Spalt zwischen den Stirnseiten der Bunde. Dem Herausrutschen der Dichtelemente steht dadurch eine Kraft entgegen, die zum äußersten Rand der Bunde hin zunimmt. Das erklärt auch, weshalb die Anordnung des Dichtelementes möglichst weit außen erfolgen soll. Weiterhin wird durch den Spalt zwischen Bund und Losflansch bzw. Überwurfmutter erreicht, daß sich trotz des zeitabhängigen Verdrehens des Flansches bzw. der Überwurfmutter im verspannten Zustand die Linie bzw. Fläche der Kraftübertragung auf den Bundbord nahezu nicht ändert. Damit ist die wesentliche Bedingung für eine definierte Beanspruchung der Bauelemente unabhängig von der Änderung der äußeren geometrischen Bedingungen erfüllt.

Es hat sich gezeigt, daß die erfindungsgemäße Verbindung sehr hohe Drücke auch über längere Zeit aushält, ohne undicht zu werden.

Ausführungsbeispiel

Nachfolgend soll die Erfindung an einem Beispiel näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Verbindung im unverspannten Zustand als Halbschnitt und

Fig. 2 die erfindungsgemäße Verbindung im verspannten Zustand als Halbschnitt

Wie aus beiden Figuren zu erkennen ist, besteht die Rohrverbindung aus zwei Flanschbunden 1, die jeweils mit einem Rohr verbunden sind, einem Dichtelement 2, zwei Losflanschen 3, von denen nur einer dargestellt ist, sowie Schraubenbolzen 4, die auf Unterlegscheiben 5 auf den Losflanschen 3 aufliegen. Auch die zu den Schraubenbolzen 4 gehörigen, nicht dargestellten Muttern liegen auf derartigen Unterlegscheiben auf. Der Innendurchmesser der Flanschbunde 1 wurde mit D_1 , der Außendurchmesser mit D_2 und der Durchmesser ihres Halses mit D_4 bezeichnet. Der Innendurchmesser des Losflansches 3 beträgt D_3 und ihr Außendurchmesser D_7 . Die Schraubenbolzen 4 sind auf einem Teilkreis mit dem Durchmesser D_5 angeordnet und

sitzen in Schraubblöchern des Losflansches 3 mit dem Durchmesser D_6 . Das Dichtelement 2 ist in eine Ringnut mit dem Durchmesser D_8 eingelegt.

Wie aus Fig. 1 zu erkennen ist, bildet sich im unverspannten Zustand zwischen den Stirnseiten der Flanschbunde 1 ein keilförmiger, sich nach außen verjüngender Spalt 6 aus. Sein Winkel beträgt im vorliegenden Beispiel 2β , da die Stirnseiten beider Flanschbunde 1 den gleichen Konuswinkel β besitzen. Die Wirkungsweise der Erfindung kommt in Fig. 2 zum Ausdruck. Nach der Montage der Rohrverbindung werden die Flanschbunde 1 über die Losflansche 3 durch Anziehen der Schraubenbolzen 4 gegeneinander verspannt. Dabei sind die erforderlichen Montageschraubenkräfte in Abhängigkeit von der zu erreichenden Lebensdauer der Verbindung zu berücksichtigen. Außerdem ist darauf zu achten, daß nach Beendigung des Spannvorganges der Winkel 2β zwischen den beiden Stirnseiten der Flanschbunde 1 "Null" ist und die Breite s des Spaltes 7 zwischen den Bord des Flanschbundes 1 und der Stirnseite des Losflansches 3 sich gegenüber dem unverspannten Zustand auf die Breite s' verringert hat.

Während des Spannvorganges verdreht sich der Losflansch 3 gegenüber dem Flanschbund 1, wobei die Linie, um die sich der Flanschbund 1 dreht, innerhalb des Bereiches der Auflage des Flanschbundes 1 auf dem Bundbord liegt und während des Verdrehens ihre Lage nahezu nicht ändert. Sie behält auch dann ihre Lage bei, wenn die Verdrehung als Folge des viskoelastischen Werkstoffverhaltens nach längerer, nicht voraussehbarer Zeit oder infolge von Ausgleichsbewegungen der Verbindung als Reaktion auf sich ändernde Beanspruchung erfolgt. Dadurch ist ständig die gleiche Dichtungspreßkraft und somit die Dichtheit der Rohrverbindung gewährleistet.

Patentansprüche

1. Lösbare Verbindung für Rohre aus polymeren Werkstoffen, bei der ein Dichtelement zwischen zwei Bunden angeordnet ist, die mit Losflanschen bzw. Überwurfmutter miteinander verspannt sind, gekennzeichnet dadurch, daß die Stirnseite mindestens eines der beiden Bunde um einen Winkel β nach innen konisch ausgebildet ist und der Winkel β sich nach der Gleichung

$$\beta = (0,45 \dots 0,55) \frac{\epsilon_{F\infty B}}{100} \cdot \frac{D_2 - D_1}{h_B}$$

errechnet und im verspannten Zustand gleich "Null" ist,

wobei D_1 den Innendurchmesser des Bundes,

D_2 den Außendurchmesser des Bundes,

h_B die mittlere Dicke des Bundes und

$\epsilon_{F\infty B}$ die werkstoffspezifische Reißgrenze des Bundeswerkstoffes in % bedeuten,

daß außerdem im Bereich des Bordes der Bunde, vorzugsweise dicht am Bundhals eine ringförmige Überhöhung vorgesehen ist, auf der der Losflansch (3) bzw. die Überwurfmutter aufliegen, wodurch sich zwischen Bundbord und Losflansch (3) ein ringförmiger Spalt (7) einstellt, dessen Breite s am Bundrand sich im unverspannten Zustand aus der Beziehung

$$s = (1 \dots 1,2) \frac{(D_7 + D_3) (D_2 - D_7)}{4 h_L} \frac{\epsilon_{F\infty L}}{100}$$

errechnet und sich im verspannten Zustand auf die Breite $0 < s' < s$ verringert, wobei

D_7 den Außendurchmesser des Losflansches (3) bzw. der Überwurfmutter,

D_3 den Innendurchmesser des Losflansches (3) bzw. der Überwurfmutter,

h_L die mittlere Dicke des Losflansches (3) bzw. der Schulter der Überwurfmutter und

$\epsilon_{F\infty L}$ die werkstoffspezifische Reißgrenze des Losflansch- bzw. des Überwurfmutterwerkstoffes bedeuten.

2. Lösbare Verbindung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Stirnseiten beider Bunde konisch ausgebildet ist.
3. Lösbare Verbindung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Bundbord oder die Auflagefläche des Losflansches (3) bzw. der Überwurfmutter oder beide Flächen konisch abgeschrägt sind.
4. Lösbare Verbindung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Überhöhung an dem Bund oder dem Losflansch (3) bzw. der Überwurfmutter oder an beiden Teilen angegossen ist.
5. Lösbare Verbindung nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß das Dichtelement (2) dicht am Außenrand der Bunde angeordnet ist.
6. Lösbare Verbindung nach Anspruch 1 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß bei Verwendung von Losflanschen (3) einseitig bis zum Bundhals verbreiterte und an diesem formschlüssig anliegende Unterlegscheiben verwendet werden.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen.

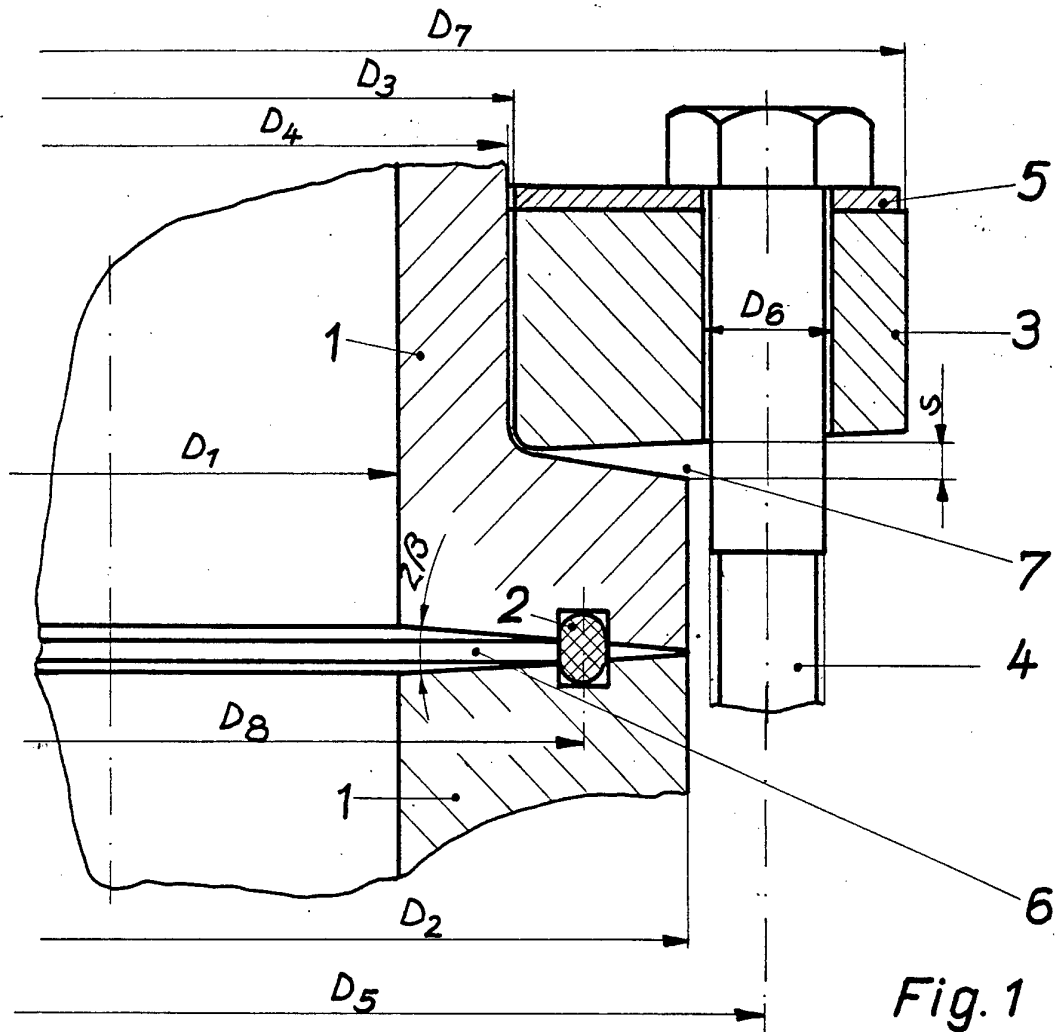


Fig. 1

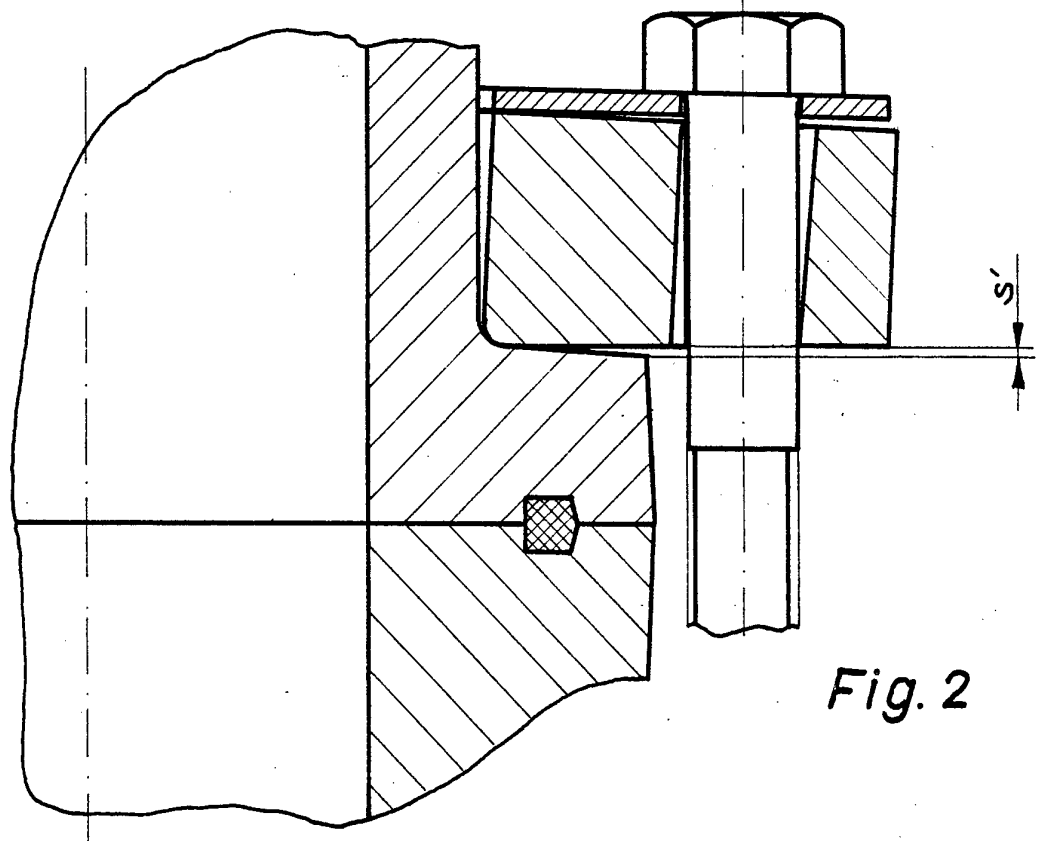


Fig. 2