

PATENTSCHRIFT 149 955

Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11)	149 955	(44)	05.08.81	Int. Cl. ³ 3(51)	F 16 L 59/14
(21)	AP F 16 L / 219 617	(22)	12.03.80		
(31)	20,792	(32)	15.03.79	(33)	US

(71) siehe (73)
(72) Samour, Carlos M., US
(73) The Kendall Company, Boston, US
(74) Internationales Patentbüro Berlin, 1020 Berlin,
Wallstraße 23/24

(54) Herstellungsverfahren für Rohre mit Kunststoffisolierung
ausgeschäumtem Polyurethan

(57) Die Erfindung betrifft Metallrohre, die mit geschäumtem Polyurethan isoliert sind. Das Verfahren beinhaltet einen vielstufigen kontinuierlichen Prozeß, bei dem eine oder mehrere innere Schichten Polyurethan auf das Rohr aufgeschäumt und mindestens zum Teil ausgehärtet werden, um eine Schicht geringer Dichte mit hohem Wärmeisolierungsvermögen zu erhalten. Auf die innere Schicht wird eine äußere Schicht Polyurethan aufgeschäumt, um eine Schaumschicht größerer Dichte zu erhalten. Die Dichte der äußeren Schicht ist mindestens 25% größer als die der angrenzenden inneren Schicht und die Dicke der äußeren Schicht beträgt 5 bis 30% der Gesamtdicke der aufgeschäumten Isolation.

219617 -1-

Berlin, den 1.8.1980

57 119/17

Herstellungsverfahren für Rohre mit Kunststoffisolierung
aus geschäumtem Poly^{ur}methan

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum thermischen Isolieren von Metallrohren, insbesondere ein Verfahren zum Versetzen eines Metallrohres mit zwei oder mehreren Schichten aus einer geschäumten Kunststoffisolierung unterschiedlicher scheinbarer Dichtewerte und vorzugsweise unterschiedlicher thermischer Stabilitätswerte, wobei der die niedrigste Dichte aufweisende Schaum der Rohroberfläche benachbart ist und der die höchste Dichte aufweisende Schaum der Außenseite der geschäumten Isolierung benachbart angeordnet ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, Rohre durch Aufsprühen einer oder mehrerer Schicht(en) aus einer verschäumbaren Kunststoffisolierung, z. B. Polyurethan, und anschließendes Härten und Auftragen oder Umhüllen der Isolierschicht mit einer Schutz- oder Sperrschicht zu isolieren (vgl. US-PS 3 430 493). Die bei einem derartigen Verfahren erhältliche geschäumte Isolierschicht besitzt normalerweise eine scheinbare Dichte eines mittleren Werts, d. h. sie besitzt Eigenschaften, die einen Kompromiß zwischen den Eigenschaften für eine maximale Wärmeisolierung und für eine maximale Festigkeit, Bruchbeständigkeit und Abriebbeständigkeit, darstellen. Aus der US-PS 4 094 715 ist es bekannt, ein Rohr mit einer verschäumbaren flüssigen Masse zu besprühen und dann den ansteigenden Schaum vor der vollständigen Erstarrung des ansteigenden Schaums mit einem folienartigen Schutzmaterial

zu umhüllen, um die Dichte des Schaums nahe der Außenseite zu erhöhen. Der Hauptnachteil dieses Verfahrens ist darin zu sehen, daß es auf spiralig gewickelte äußere Schutzschichten, die unter Spannung zur Gewährleistung einer scheinbaren Erhöhung der Dichte der Außenschicht des Schaums appliziert wird, beschränkt ist. Weiterhin ist ein solches Verfahren in der Praxis nur schwierig zu steuern, da das Ausmaß der Erhöhung der scheinbaren Dichte und die Dicke der hochdichten Schicht von verschiedenen unterschiedlichen kritischen Faktoren, einschließlich der Temperatur des aufschäumenden Kunststoffes, der Verschäumungsgeschwindigkeit der Kunststoffmasse, der Härtungsgeschwindigkeit des aufschäumenden Kunststoffes, der Zeitdauer vor Applikation der Schutzfolie und der auf die Schutzfolie während ihrer Applikation applizierten Spannung, abhängen. Sämtliche dieser Faktoren beeinflussen das Ausmaß, bis zu dem der geschäumte Kunststoff vor Applikation der Folie gehärtet oder erstarrt ist. Darüber hinaus hängt die Dicke der Schicht erhöhter Dichte von der Dicke und Zusammenpreßbarkeit der Masse des bereits vorhandenen niedrigdichten Schaums ab.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Schwierigkeiten und Unsicherheiten bei der Isolierung der Rohre zu überwinden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren zur thermischen Isolierung von Rohren zu schaffen, das eine gute Wärmeisolierung bei einer guten mechanischen Festigkeit, Bruchbeständigkeit und Abriebfestigkeit der Isolierung gewährleistet.

Erfindungsgemäß wird nun auf ein Rohr eine erste Schicht aus einer aus verschäumbarem Polyurethan bestehenden Kunststoffmasse appliziert und diese an Ort und Stelle zur Bildung einer ersten geschäumten Kunststoffschicht einer scheinbaren Dichte von 0,024 bis 0,096 g/cm³ verschäumt, worauf auf die erste geschäumte Schicht eine zweite Schicht aus einem verschäumbaren Kunststoff appliziert und der verschäumbare Kunststoff an Ort und Stelle zur Bildung einer zweiten Schicht aus geschäumtem Kunststoff einer hohen scheinbaren Dichte verschäumt wird. Da die Stärke und Dichte beider Schichten voneinander unabhängig sind und einzeln eingestellt und gesteuert werden können, ermöglicht es das Verfahren gemäß der Erfindung, eine preisgünstige innere Schicht hohen Wärmeisoliervermögens und eine äußere Schicht höherer Festigkeit und höherer Dichte (und folglich kostspieligere Schicht) zu applizieren. Die beiden Schichten zusammen zeigen Eigenschaften, die für eine Rohrisolierung und einen Rohrschutz bei minimalen Gesamtkosten optimal sind.

Der optimale Ergebnisse gewährleistende Dichteunterschied zwischen der inneren Isolierschicht und der äußeren Isolierschicht hängt unter anderem vom Durchmesser des Rohrs, der relativen Dicke der Schichten, der gewünschten Mindestfestigkeit und dem Temperaturgefälle zwischen dem Rohr und der Umgebung ab. In der Regel sollte jedoch die scheinbare Dichte der äußeren Schicht mindestens 25 % größer sein als die scheinbare Dichte der inneren Schicht. Die Dicke der äußeren Schicht sollte 5 bis 30 % der Gesamtdicke der geschäumten Isolierschichten betragen. Gegebenenfalls kann die innere Schicht in nacheinander aufgetragene zwei oder mehrere Schichten, die sich voneinander in ihren physikalischen Eigenschaften unterscheiden, unterteilt sein.

Es ist von Vorteil, wenn man vorher auf das Rohr eine oder mehrere weitere Innenschicht(en) bildende Massen zur Bildung einer oder mehrerer Innenschicht(en) appliziert.

Zweckmäßig wird als Rohr ein Metallrohr, z. B. ein Stahlrohr verwendet und auf das Rohr zunächst eine Korrosionsschutzschicht appliziert.

Als verschäumbare Kunststoffmassen werden vorzugsweise Polyurethanmassen verwendet. Dabei werden vorteilhaft eine innerste Schicht aus geschäumter Kunststoffisolierung, die bis zu Temperaturen von 177 °C stabil ist, und (eine) äußere Schicht(en), die lediglich bis zu Temperaturen von 93,5 °C stabil (ist) sind, hergestellt.

Es ist möglich als innerste Schicht eine starre Schicht vorzusehen, es kann damit als innerste Schicht eine halbstarre Schicht vorgesehen werden.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1: einen Querschnitt durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemäß isolierten Rohrs und

Fig. 2: einen Querschnitt durch eine andere Ausführungsform eines erfindungsgemäß isolierten Rohrs.

Gemäß Figur 1 ist ein Metallrohr 10 mit einer inneren Isolierschicht 12 niedriger Dichte ($0,032$ bis $0,096 \text{ g/cm}^3$) aus Hartpolyurethanschaum einer Stärke von etwa $2,54$ bis $15,24 \text{ cm}$ und einer zweiten Isolierschicht 14 aus Hart-

polyurethanschaum einer Dichte, die mindestens 25 % größer ist als die Dichte der inneren Isolierschicht 12, und einer Dicke, die 5 bis 30 % der Gesamtdicke der Schichten 12 und 14 zusammen beträgt, versehen.

Vorzugsweise sollte sich die innere geschäumte Isolierschicht von der äußeren Schicht oder äußeren Schichten nicht nur durch eine geringere scheinbare Dichte und folglich ein höheres Wärmeisoliervermögen, sondern auch in einer höheren Wärmebeständigkeit (Stabilität bei höheren Temperaturen bis zu 177 °C), als sie die äußere geschäumte Isolierschicht oder äußere geschäumte Isolierschichten (die lediglich bis zu 93,3 °C stabil zu sein brauchen) aufweist (aufweisen), unterscheiden.

Bei der in Figur 2 dargestellten Ausführungsform ist ein Rohr 10, in dem heiße Flüssigkeiten mit Temperaturen von 149 bis 177 °C transportiert werden sollen, mit einer inneren Isolierschicht, die in einen ersten Isolierteil oder eine erste Isolierschicht 20 niedriger Dichte aus geschäumtem Polyurethan (einer Stabilität bis zu einer Temperatur von 177 °C) und einen zweiten Isolierteil oder eine zweite Isolierschicht 22 aus etwa demselben niedrigdichten Polyurethanschaum (einer Stabilität bis zu lediglich 93,3 °C) unterteilt ist, versehen. Die äußere Schicht 24 aus hochdichtem Polyurethanschaum besitzt eine Dichte, die mindestens 25 % größer ist als die Dichte der Schichten 20 bzw. 22, und eine Dicke entsprechend 5 bis 30 % der Gesamtdicke der Schichten 20, 22 und 24.

In weiterer Ausführungsform bei einem Rohr 10, das zum Transport kryogener Flüssigkeiten bei sehr niedrigen Tem-

peraturen in der Größenordnung von -129°C dienen soll, besteht die Schicht 20 aus einem halbstarren Schaum anstatt aus einem Hartschaum, um ein Brösligwerden und eine mögliche Rißbildung während des Gebrauchs zu vermeiden. Die Schichten 22 und 24 können dagegen, wie üblich, aus Hartschaum bestehen.

Bei der Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung wird das üblicherweise aus Stahl bestehende Rohr zunächst erwärmt, um Kondensationsfeuchtigkeit zu entfernen, und gesäubert, um Schmutz, Steinansatz und Rost zu entfernen. Zur Säuberung kann man sich üblicher bekannter Verfahren, z. B. Sandstrahlen oder Kugelstrahlen, Bürsten und dergleichen, bedienen. Gegebenenfalls können zwei oder mehrere Reinigungsmaßnahmen in Kombination angewandt werden.

In einigen Fällen kann es zweckmäßig sein, die Rohroberfläche vor Applikation der geschäumten Kunststoffüberzüge mit einem Korrosionsschutzüberzug bzw. einer Korrosionsschutzschicht zu versehen. Dies ist jedoch nicht unbedingt erforderlich. Aufgetragen werden können hierbei übliche Korrosionsschutzüberzüge oder -schichten, z. B. Hüllmaterial aus Polyäthylen/Butylklebstreifen, Epoxyüberzüge, wärmeaktivierbare Klebstoffe oder Asphalt. Das verschäumbare thermoplastische Material kann direkt auf das blanke Rohr oder auf die Oberfläche irgendeines vorher aufgetragenen Korrosionsschutzüberzugs appliziert werden. In der Regel ist es zweckmäßig, die Temperatur des Rohrs auf über Raumtemperatur zu erhöhen. Die ganze Temperatur hängt von der Natur und Zusammensetzung der verschäumbaren Kunststoffmasse ab. Letztere wird üblicherweise mittels einer Sprühdüse auf das sich drehende und an den

verschiedenen Düsen vorbeibewegte Rohr aufgesprüht. Je nach den gewünschten Eigenschaften des Endprodukts kann man sich der verschiedensten Rezepturen verschäumbarer flüssiger Polyurethankunststoffmassen bedienen. Eine besonders gut geeignete Masse besteht aus einem flüssigen Gemisch von unter Bildung eines Polyurethans miteinander reagierenden Bestandteilen, das so viel übliches Treibmittel enthält, daß ein Schaum der gewünschten scheinbaren Dichte von etwa 0,024 bis 0,096 g/cm³ erreicht wird. Die erste Schicht der verschäumbaren Flüssigkeit wird mit Hilfe des Treibmittels ansteigen gelassen. Die Dicke der ersten Schaumstoffschicht kann in Abhängigkeit von den im Zusammenhang mit dem Dichteunterschied der Isolierschichten diskutierten Faktoren, z. B. Rohrdurchmesser und Temperatur, bei der das gefüllte Rohr betriebsbereit sein soll, sehr verschieden sein. In der Regel kann sie von etwa 2,54 bis 15,24 cm reichen.

Danach wird auf die Außenseite der ersten geschäumten Isolierschicht die zweite oder äußere Schicht 14 bzw. 24 aus der verschäumbaren flüssigen Kunststoffmasse appliziert. Dies geschieht durch übliches bekanntes Aufsprühen auf die Oberfläche des sich drehenden und sich vorwärtsbewegenden Rohrs. Die zweite Schicht kann auf die erste Schicht vor oder nach der Aushärtung der letzteren oder sogar vor Beendigung des Aufschäumens der letzteren appliziert werden. Vorzugsweise wird sie vor dem Aushärten der ersten Schicht aufgetragen. Bei einer vorteilhaften Ausführungsform unterscheidet sich die Rezeptur der zweiten verschäumbaren Kunststoffmasse von der Rezeptur der ersten lediglich in der Menge des verwendeten Treibmittels. Diese ist derart eingestellt, daß eine geschäumte Kunststoff-

Isolierschicht einer scheinbaren Dichte entsteht, die mindestens 25 % größer ist als die scheinbare Dichte der ersten Schicht, und einer Dicke, die 5 bis 30 % der Gesamtdicke der beiden Schichten zusammen ausmacht. Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann die äußere Schicht 14 bzw. 24 eine niedrigere Wärmebeständigkeit aufweisen und/oder härter sein als die innere Schicht.

Die Gesamtdicke der geschäumten Isolierung sowie die Dicke der inneren Schicht (etwa 2,54 bis 15,24 cm) kann unter anderem je nach dem Temperaturgefälle zwischen dem Rohrinhalt und der Rohrumbgebung, dem Rohrdurchmesser und der scheinbaren Dichte des Schaums sehr verschieden sein. Bei einem Temperaturgefälle von 23,8 bis 132,5 °C reicht üblicherweise eine Dicke von etwa 2,54 bis 15,24 cm aus. In der Regel sollte mit zunehmendem Temperaturgefälle zwischen der Rohrleitung und dem Boden die Isolierung dicker gemacht werden. In der Regel benötigen bei Tieftemperaturen arbeitende Industriebetriebe normalerweise 7,6 bis 15,24 cm dicke Polyurethanschaumstoffschichten, da größere Temperaturgefälle herrschen. Bei Heißölleitungen beträgt das Temperaturgefälle in der Regel 37,7 bis 71,2 °C. Bei Heißölpipelines sollte die Dicke normalerweise 2,54 bis 6,4 cm betragen. Eine Rohrleitung für geschmolzenen Schwefel sollte eine 6,3 bis 7,65 cm dicke geschäumte Isolierung aufweisen, wobei die innere Schicht 12 bzw. 20 auf eine höhere Wärmebeständigkeit (bis zu Temperaturen von 149 °C) ausgelegt sein soll. Rohrleitungen für heißes Öl, die in den Boden eingegraben werden, erfordern in der Regel eine Schaumstoffdicke von 5,1 cm oder weniger. Polyurethanschaum besitzt einen extrem niedrigen K-Faktor in der Größenordnung von etwa $6,94 \times 10^{-6}$ g-cal/cm²/s/°C/cm im Gegensatz zu dem dreifachen Wert bei Glasschaum. Ein

219617

-9-

1.8.1980

57 119/17

Polyurethanschaum einer scheinbaren Dichte von $0,048 \text{ g/cm}^3$ in Form einer 5.1 cm dicken Schicht auf einem Rohr eines Durchmessers von 15,24 cm, das bei einem Temperaturgefälle von $69,4^\circ\text{C}$ arbeitet, bedingt einen Wärmeverlust bzw. -gewinn von etwa $43,7 \times 10^{-6} \text{ g-cal/cm}^2$.

Mit Hilfe der folgenden Rezeptur läßt sich ein akzeptabler Hartschaumstoff herstellen:

	<u>Gewichtsteile</u>
Roh-MDI	115
Polyol A	100
Siliconöl	1
Triäthylendiamin	0,5
Dibutylzinndilaurat	0,1
Trichlormonofluormethan	35
Tris-(2-chloräthyl)-phosphat	10

Sämtliche Bestandteile mit Ausnahme des Diisocyanats werden vorgemischt und das Diisocyanat wird unmittelbar vor dem Verschäumen zugemischt, worauf das Ganze in einer üblichen Vorrichtung zur Herstellung von Hartschaumstoffen einer scheinbaren Dichte von $0,029 \text{ g/cm}^3$ versprüht wird. Eine Verringerung der Menge an Trichlormonofluormethan-Treibmittel führt zu einer Erhöhung der Dichte. Eine Erhöhung des Feststoffgehalts der angegebenen Rezeptur, z. B. durch Zusatz von 30 Teilen Methylcellulose, ohne Erhöhen der Treibmittelmenge führt ebenfalls zu einer Erhöhung der scheinbaren Dichte. Eine erhöhte Wärmebeständigkeit des Schaums erreicht man nach üblichen Rezepturmaßnahmen und durch übliche Wahl der Bestandteile, beispielsweise durch Umsetzen aromatischer aminhaltiger Verbindungen mit den

restlichen Bestandteilen (vgl. US-PS 3 909 465). Eine verbesserte Beständigkeit gegen Brösligwerden, die insbesondere für die äußere Schaumstoffschicht wünschenswert ist, erreicht man durch geeignete Wahl der Polyolbestandteile (vgl. US-PS 3 928 257 und 3 928 258).

Auf die äußere geschäumte Isolierschicht können beliebige äußere Schichten oder Überzüge appliziert werden. So kann beispielsweise die äußere geschäumte Isolierschicht mit einer gewickelten oder extrudierten Schutzschicht oder Feuchtigkeitssperrschicht aus Papier oder Kunststoff, z. B. Polyäthylen oder Polypropylen, einer Hülle oder einer gewickelten Schicht aus einem wärmeschrumpfbaren Kunststoff, der an Ort und Stelle in Anpassung an die geschäumte Isolierung geschrumpft wird, einem Überzug aus einem flüssigen Epoxyharz, das an Ort und Stelle gehärtet wird, oder einem Überzug aus einem bituminösen Kitt, oder einer Schicht aus einem beliebigen sonstigen Schutzmaterial versehen werden. Wegen der der äußersten Schicht ausgeschäumtem Polyurthankunststoff eigenen zähen, bruchbeständigen und abriebbeständigen Natur brauchen zusätzliche äußere Schichten in den meisten Fällen lediglich eine Sperrschicht gegen Stiche und das Eindringen von Feuchtigkeit zu liefern.

Erfindungsanspruch

1. Herstellungsverfahren für Rohre mit Kunststoffisolierung aus geschäumten Polyurethan durch Ausbildung mindestens einer inneren Schicht und einer äußeren Schicht aus einer geschäumten Kunststoffisolierung, gekennzeichnet dadurch, daß man auf das Rohr mindestens eine innere Schicht liefernde verschäumbare Kunststoffmasse appliziert, die bzw. jede Masse zur Bildung einer entsprechenden Schicht aus einer geschäumten Kunststoffisolierung einer scheinbaren Dichte von 0,024 bis 0,096 g/cm³ verschäumt, danach auf die Oberfläche der zuletzt applizierten inneren Schicht eine äußere Schicht bildende verschäumbare Kunststoffmasse appliziert und die zur Bildung einer äußeren Schicht dienende Masse verschäumt und aushärtet, um eine äußere Schicht aus geschäumtem Hartkunststoff einer scheinbaren Dichte, die mindestens 25 % größer ist als die scheinbare Dichte der inneren Schicht(en) und die eine Dicke von 5 bis 30 % der Gesamtdicke sämtlicher Schichten zusammen aufweist.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß man vorher auf das Rohr eine oder mehrere weitere Innenschicht(en) bildende Massen zur Bildung einer oder mehrerer weiterer Innenschicht(en) appliziert.
3. Verfahren nach einem der Punkte 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, daß man als Rohr ein Metallrohr, z. B. ein Stahlrohr, verwendet und auf das Rohr zunächst eine Korrosionsschutzschicht appliziert.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Punkte, gekennzeichnet dadurch, daß man als verschäumbare Kunststoffmassen Polyurethanmassen verwendet.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Punkte, gekennzeichnet dadurch, daß man eine innerste Schicht aus geschäumter Kunststoffisolierung, die bis zu Temperaturen von 177 °C stabil ist, und (eine) äußere Schicht(en), die lediglich bis zu Temperaturen von 93,5 °C stabil (ist) sind, herstellt.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Punkte, gekennzeichnet dadurch, daß man als innerste Schicht eine starre Schicht vorsieht.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Punkte 1 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß man als innerste Schicht eine halbstarre Schicht vorsieht.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

FIG. 1

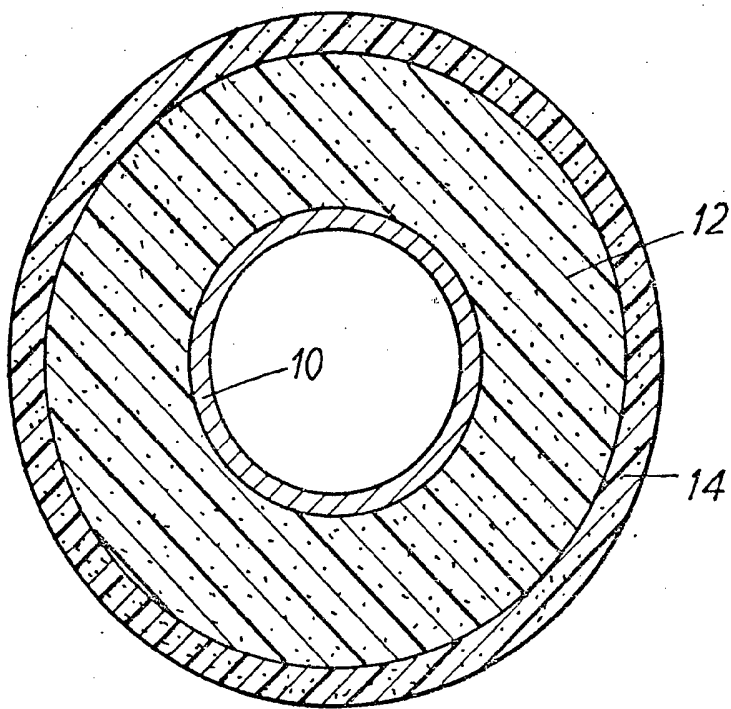


FIG. 2

