



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2006 055 863 A1 2008.05.29

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2006 055 863.4

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B29C 71/02** (2006.01)

(22) Anmeldetag: 22.11.2006

**B29C 73/34** (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 29.05.2008

**B29C 35/00** (2006.01)

(71) Anmelder:

Mannesmann Fuchs Rohr GmbH, 57074 Siegen,  
DE

(72) Erfinder:

Kocks, Hans-Jürgen, Dr., 57258 Freudenberg, DE

(74) Vertreter:

Meissner & Meissner, 14199 Berlin

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 196 22 085 C1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen  
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: Verfahren zur Wiederherstellung der Materialeigenschaften von Bauteilen aus Kunststoff und Kunststoffbeschichteten Bauteilen

(57) Zusammenfassung: Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auf einfache und kostengünstige Weise alterungsbedingte Verschlechterungen der mechanischen Kennwerte von Kunststoffen zu kompensieren.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zur Wiederherstellung der Materialeigenschaften von Bauteilen aus Kunststoff und kunststoffbeschichteten Bauteilen, wobei der als teilkristallines System ausgebildete Kunststoff eine alterungsbedingte Verschlechterung der mechanischen Kennwerte, insbesondere der Reißdehnung, aufweist, dadurch, dass der Kunststoff einer Wärmebehandlung unterzogen wird, wobei werkstoffabhängig die erforderliche Temperatur und Haltedauer festgelegt wird und die Temperatur oberhalb Raumtemperatur und unterhalb der Schmelztemperatur des Kunststoffes liegt.

### Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wiederherstellung der Materialeigenschaften von Bauteilen aus Kunststoff und kunststoffbeschichteten Bauteilen, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Bauteile aus Kunststoff oder mit Kunststoff beschichtete Bauteile werden in den verschiedensten Anwendungsbereichen in Haushalt, Industrie und Handwerk bei unterschiedlichsten Betriebsbedingungen eingesetzt. Der Kunststoff unterliegt dabei einer systembedingten Alterung, die mit Einbußen der erforderlichen Bauteileigenschaften, i. d. R. mit einer Verschlechterung mechanischer Werkstoffkennwerte, verbunden ist.

[0003] Diese Verschlechterung mechanischer Eigenschaften betrifft beispielsweise den Verlust an Festigkeit oder Dehnbarkeit (Versprödung) und wird insbesondere bei teilkristallinen Systemen, wie z. B. Polyethylen, beobachtet.

[0004] Dieses Werkstoffverhalten wurde am Beispiel alterungsbedingter Rissbildung polyethylenumhüllter Rohrleitungen aus Stahl unter zusätzlichen äußeren Beanspruchungen wie Punktlasten oder Punktlagerungen studiert und dokumentiert (Kocks, H.J.; „Spannungsrissbildung von Polyethylen“, 3R international 45 (2006) 135–142).

[0005] Im Allgemeinen wird, wie das Beispiel des Polyethylen zeigt, dieses Alterungsverhalten mit dem Arrheniusansatz beschrieben. Bauteile werden in der Praxis auf der Basis solcher Betrachtungen ausgelegt (siehe z. B. DIN 8075). In der Praxis zeigt sich jedoch, dass diese Aussage hier nur die Festigkeitseigenschaften des Werkstoffes erfasst. Die Reißdehnung zeigt je nach Betriebsbedingungen ein grundlegend abweichendes Verhalten. Eine Versprödung des Materials ist deutlich früher zu beobachten als der Abbau der Festigkeit.

[0006] So konnte nachgewiesen werden, dass Polyethylen unter den Praxisbedingungen des erdverlegten Rohrleitungsbaus einer deutlichen Abnahme der Reißdehnung unterliegt. Aufgrund der mit der Zeit abnehmenden Reißdehnung können sich bei vorliegenden Zugspannungen spannungsinduzierte Risse im Kunststoff bilden, die beispielsweise bei der Umhüllung von Stahlrohren zu stärkeren Korrosionsbeanspruchung des Grundmaterials führen.

[0007] Nach vorliegenden Untersuchungen handelt es sich dabei um Risse durch mechanische Einwirkungen aber auch um Risse aufgrund alterungsbedingter Versprödung des Polyethylen.

[0008] Bei der Bewertung solcher Schäden ist zu

berücksichtigen, dass bei der Werkstoffkombination Polyethylen und Stahl, z. B. im Anwendungsbereich der Gas- und Wasserverteilung, das Polyethylen nur geringen Dehnungsbeanspruchungen ausgesetzt ist.

[0009] Spannungen und die daraus resultierenden Spannungsrisse sind auch im Falle einer alterungsbedingten Versprödung des Polyethylen primär auf unerlaubt auftretende lokale Beanspruchungen wie Punktlasten oder Punktlagerungen sowie auf fremd beeinflusste Vorschädigungen zurückzuführen.

[0010] Trotzdem wäre es wünschenswert, wenn die Langzeitbeständigkeit des Polyethylen mit Blick auf die alterungsbedingte Verschlechterung der mechanischen Kennwerte, insbesondere der Reißdehnung, auch im Falle unerlaubter Beanspruchungen verbessert werden kann.

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Wiederherstellung der Materialeigenschaften von Bauteilen aus Kunststoff, bzw. von mit Kunststoff überzogenen Bauteilen, anzugeben, mit dem auf einfache und kostengünstige Weise die alterungsbedingte Verschlechterung der mechanischen Kennwerte des Kunststoffes, insbesondere der Reißdehnung, wieder kompensiert wird und damit die Langzeitbeständigkeit des Kunststoffes verbessert werden kann.

[0012] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass der Kunststoff einer Wärmebehandlung unterzogen wird, wobei werkstoffabhängig die erforderliche Temperatur und Haltedauer festgelegt wird und die Temperatur oberhalb Raumtemperatur und unterhalb der Schmelztemperatur des Kunststoffes liegt.

[0013] Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, dass durch eine einfache und kostengünstige Wärmebehandlung die ursprünglichen mechanischen Eigenschaften des Kunststoffes im Wesentlichen wiederhergestellt werden können.

[0014] Die thermische Behandlung von Stahl zur gezielten Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften und zur Umstrukturierung des Werkstoffgefüges ist seit langem bekannt. Ungewöhnlich nach dem Stand der Technik ist jedoch die Anwendung einer thermischen Behandlung bei Kunststoffen, die unter Betriebsbedingungen strukturbedingt einer eingeschränkten Form der Werkstoffalterung, wie beispielsweise der oben beschriebenen Versprödung beim Polyethylen, unterliegen und damit ihre Gebrauchstauglichkeit verlieren.

[0015] Mit der erfindungsgemäßen thermischen Behandlung werden die erforderlichen Bauteileigenschaften wiederhergestellt und die Nutzungsdauer dieser Bauteile damit verlängert.

[0016] Bei umfangreichen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass bei teilkristallinen Systemen, wie z. B. Polyethylen, durch eine entsprechende Wärmebehandlung die Reißdehnung ausgehend von einem alterungsbedingten niedrigen Wert um ein Vielfaches wieder zunehmen kann.

[0017] Dieser überraschende Effekt kann daher auch nicht mehr mit Hilfe des zitierten Arrheniusansatzes beschrieben werden. Als Erklärung für diesen Effekt bieten sich verschiedene Modelle an.

[0018] Durch die Versprödung des Materials bilden sich Mikrorisse. Als teilkristallines System hat Polyethylen sowohl amorphe Bereiche, als auch kristalline Strukturen, die eine sehr unterschiedliche Größenverteilung aufweisen. Aufgrund dieser sehr unterschiedlichen Größenverteilung hat Polyethylen einen weiten Schmelzbereich. Die kleinen Kristallite schmelzen zuerst und sind damit möglicherweise in der Lage auch schon bei deutlich niedrigeren Temperaturen als der in den Datenblättern angegebene Schmelztemperatur Je nach Dauer der Wärmebehandlung Mikrorisse auszuheilen.

[0019] Als weiterer Erklärungsansatz bietet sich die Möglichkeit einer schlichten thermischen Umlagerung des Polymergefüges. Die amorphen Bereiche sind letztlich für die Flexibilität des Materials verantwortlich. Findet speziell in diesen Bereichen die Versprödung statt, kann durch das thermische Lösen der teilkristallinen Struktur und der sich beim Abkühlen einstellenden Neustrukturierung der unbewegliche versprödeten Bereich die Keimzelle neuer Kristallite bilden. Aus den zuvor als Kristallite noch unversprödeten Polymerketten bilden sich neue amorphe Bereiche, die dem Werkstoff wieder entsprechende Flexibilität verschaffen.

[0020] Dieser Effekt wurde am Beispiel des Low Density Polyethylens (LDPE's), eines Polyethylen niederer Dichte für erdverlegte Rohre und Rohrumbüllungen von Stahlrohren nachgewiesen, er ist aber im Grundsatz für alle Bauteile aus Kunststoffen mit teilkristallinen Systemen oder entsprechend beschichteten Bauteilen übertragbar.

[0021] Bei den Temperaturen des Erdbodens im Bereich von 10 bis 20°C findet eine partielle Versprödung des Materials statt. Im neuwertigen Zustand hat das Polyethylen für die Rohrumbüllung eine Reißdehnung von etwa 400 bis 600 %. Nach etwa 30 Jahren kann diese Reißdehnung je nach Boden- bzw. Rettungsbedingungen auf Werte von 25 % und darunter absinken. Eine 24-stündige thermische Behandlung bei 60 bis 70°C reicht erfahrungsgemäß aus, um die Reißdehnung wieder auf Werte von 400 % anzuheben und damit die erforderlichen Gebrauchseigenschaften wieder herzustellen.

[0022] Unter Praxisbedingungen könnte im oben beschriebenen Fall eine solche thermische Behandlung vorteilhaft beispielsweise durch das Spülen des Bauteils mit entsprechend temperierten Medien, wie z. B. Wasser, vorgenommen werden. Auch durch das gezielte Temperieren des jeweiligen Durchflussmediums kann dieser Effekt erzielt werden.

[0023] Im Falle von kunststoffbeschichteten Stahlrohren liegen die Grenzen des Verfahrens zwangsläufig dort, wo die Rohrleitung praktisch systembedingt einer solchen Wärmebehandlung unterworfen wird und so die Reserven während des Betriebes zwangsläufig aufgezehrt werden. Dies gilt beispielsweise für frei verlegte Rohrleitungen, die im Sommer umgebungsbedingt einer entsprechenden Wärmebehandlung unterworfen sind.

[0024] Die sinnvolle Anwendung des erfundungsgemäßen Verfahrens lässt sich unter solchen Umständen beispielsweise durch eine Probennahme mit anschließender Prüfung der zu verändernden Eigenschaften vor und nach der Wärmebehandlung ermitteln.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Wiederherstellung der Materialeigenschaften von Bauteilen aus Kunststoff und kunststoffbeschichteten Bauteilen, wobei der als teilkristallines System ausgebildete Kunststoff eine alterungsbedingte Verschlechterung der mechanischen Kennwerte, insbesondere der Reißdehnung, aufweist dadurch gekennzeichnet, dass der Kunststoff einer Wärmebehandlung unterzogen wird, wobei werkstoffabhängig die erforderliche Temperatur und Haltedauer festgelegt wird und die Temperatur oberhalb Raumtemperatur und unterhalb der Schmelztemperatur des Kunststoffes liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass bei der Wärmebehandlung die Wärme von außen auf das Bauteil einwirkt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass bei der Wärmebehandlung die Wärme von innen auf das Bauteil einwirkt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–3 dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmebehandlung bei beschichteten Bauteilen aus Stahl induktiv erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–4 dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmebehandlung bei erd-, wasser- oder frei verlegten kunststoffbeschichteten Rohrleitungen in situ erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 5 dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmebehandlung durch eine In-

nenspülung der Rohrleitung erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, dass die Innenspülung mit einem temperierten Medium erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 7 dadurch gekennzeichnet, dass das Medium Wasser ist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen