



DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 147 397

Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

				Int. Cl. ³
(11)	147 397	(44)	01.04.81	3(51) F 16 L 58/10
(21)	AP F 16 L / 216 718	(22)	06.11.79	
(31)	958,310	(32)	06.11.78	(33) US

(71) siehe (73)

(72) Samour, Carlos M.; Jackson, Earl G.; Thomas, Samuel J.;
Davidson, Louie E., US

(73) The Kendall Company, Boston, US

(74) Internationales Patentbüro Berlin, 1020 Berlin,
Wallstraße 23/24

(54) Beschichteter Gegenstand und Verfahren zum Aufbringen der
Schicht

(57) Die Erfindung bezieht sich auf die Beschichtung von Metallrohren mit Korrosionsschutzschichten. Ziel der Erfindung ist es, die Lebensdauer der Schutzschicht zu erhöhen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Beschichtung mit einem entsprechenden Herstellungsverfahren zu schaffen. Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß die Schutzschicht aus einem 0,051 bis 0,41 mm dicken, an das Rohr gebundenen ersten Epoxydharzüberzug und einer an diesen haftend gebundenen Hülle aus einem thermoplastischen Polymerisatband besteht, wobei die Schutzschicht eine Stärke von 0,15 bis 1,27 mm aufweist. Die Epoxydharzschicht kann elektrostatisch aufgebracht und das Band danach spiralförmig aufgeklebt werden. Die Erfindung kann vor allem bei Rohren für Gas- oder Erdölpipelines angewendet werden.

216718 - 1-

Berlin, den 13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

56 560 27

Beschichteter Gegenstand und Verfahren zum Aufbringen der Schicht

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf die Beschichtung von Metallrohren.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Das Beschichten von beim Bau von Gas- oder Erdölpipelines verwendeten Stahlrohren kann entweder "an Ort und Stelle" oder "in der Fabrik" erfolgen. Der Hauptunterschied zwischen beiden Beschichtungsverfahren liegt in der höheren Qualität der in der Fabrik bereits vorgefertigten, mit einer Schutzschicht versehenen Rohre. Ein Hauptfaktor bezüglich dieser höheren Qualität besteht in der qualitativ besseren Säuberung und Vorbereitung der Rohroberfläche. Selbstverständlich ist die Fertigstellung von mit Schutzüberzügen versehenen Rohren in der Fabrik auch aus anderen Gründen noch der Beschichtung der Rohre "an Ort und Stelle" vorzuziehen. Theoretisch läßt sich zwar das, was in der Fabrik geschieht, auch "an Ort und Stelle" durchführen, in der Praxis ist dies in der Regel aber nicht der Fall.

Es gibt derzeit vier Hauptkategorien äußerer Korrosionsschutzüberzüge für Pipelinerohre. Diese sind:

1. In relativ dicken Schichten, die üblicherweise auch noch auf der Außenseite durch Glas- oder Asbestlagen verstärkt sind, heiß applizierte Kohle-Teer-Lacke und Gußasphalte.

13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

216718

- 2 -

Offensichtlich besteht mehr als die Hälfte der in den USA "in der Fabrik" applizierten Schutzüberzüge aus solchen Überzügen; die Gefahren, die bei ihrer Applikation auftreten, lassen jedoch vermuten, daß diese Kategorie von Schutzüberzügen an Bedeutung verliert. Darüber hinaus zeigen derart beschichtete Produkte eine schlechte Schlagzähigkeit, eine schlechte Beständigkeit gegen mechanische Durchdringung, eine schlechte Abriebbeständigkeit und eine schlechte Stabilität bei Bodenspannungen. Sie werden lediglich hinsichtlich Eindruckhärte, Rohrbiegung, katodischer Ausrichtung (disbonding) und Beständigkeit gegenüber Kohlenwasserstofflösungsmitteln als akzeptabel angesehen.

2. Durch Strangpreßbeschichtung hergestellte Überzüge aus thermoplastischen Harzen, die in typischer Weise eine Stärke von 1,02 mm aufweisen. In der Praxis wird als thermoplastisches Harz fast ausschließlich Polyethylen verwendet. Bei Durchführung dieser Technik erfolgt eine saumlose ringförmige Extrusion (des thermoplastischen Harzes) auf das Rohr oder die Extrusion einer Folie (mit Hilfe eines flachen Werkzeuges), die dann auf das Rohr aufgewickelt wird. In den meisten Fällen wird das Polymerisat auf eine bereits applizierte beispielsweise bituminöse Gußschicht aufgetragen. Derartige Überzüge zeigen im Vergleich zu den heiß applizierten Lacken und Kohle-Teer-Überzügen mit Ausnahme der Beständigkeit gegenüber Kohlenwasserstofflösungsmitteln bessere Eigenschaften.
3. Bandförmig erzeugte Überzüge, die in typischer Weise 0,51 bis 2,03 mm dick sind. Diese Maßnahme wurde unter anderem entwickelt, um besser und variabler "an Ort

- 3 -

13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

216718 - 3 -

und Stelle Schutzüberzüge herstellen zu können. Sie stellt jedoch auch eine geeignete Maßnahme zur Durchführung "in der Fabrik" dar. Bei der Durchführung dieser Maßnahme wird ein Korrosionsschutzband spiralig auf einen vorher applizierten, auf Kautschuk basierenden Haftüberzug aufgewickelt, worauf ein zweites, aus Kunststoff bestehendes äußeres Hüllband appliziert werden kann. Die Bänder bestehen in der Regel aus Polyethylenfolien mit einem darauf applizierten Überzug aus einem druckempfindlichen, lösungsmittel- oder primeraktivierten Klebstoff. Die Eigenschaften derart beschichteter Rohre entsprechen den Eigenschaften der durch Strangpreßverfahren beschichteten Rohre.

4. Durch Aufschmelzen gebundene Überzüge. Bei der Aufbringung solcher Überzüge wird ein thermoplastisches Pulver auf elektrostatischem Wege auf ein heißes Rohr appliziert, wo es "schmilzt", an dem Metall haften bleibt und "mit sich selbst" verschmilzt. Es gibt lediglich drei hierbei verwendete Materialien, nämlich Polyethylen-, Vinyl-, und Epoxydpulver. Lediglich letztere haben in den USA Eingang in die Praxis gefunden. In chemischer Hinsicht handelt es sich bei letzteren Pulvern um Bisphenol-A-Polymerisate mit endständigen Epoxydgruppen.

Diese Epoxydpulver erfordern eine thermische Härtung bis zur thermischen Fixierung, wobei im System üblicherweise ein Katalysator, z. B. ein Amin, eine Säure, ein Borhalogenid und dergleichen, verwendet wird. Oftmals wird vor der Pulverbeschichtung eine flüssige Epoxydhaftschrift aufgebracht. Überlicherweise besitzen, um gegen katodische Zerstörung der Bindung (cathodic disbonding) mindestens

13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

216718

- 4 -

in akzeptabler Weise beständig zu sein, Epoxydüberzüge eine Stärke von 0,30 bis 0,36 mm. Eine solch große Überzugsdicke ist von einer Reihe von Nachteilen, z. B. Sprödigkeit und fehlende Biegsamkeit sowie Spannungen an der Grenzfläche Rohr/Epoxydüberzug, begleitet.

Um zu gewährleisten, daß ein Epoxydüberzug eine akzeptable Schlagzähigkeit, Beständigkeit gegen mechanische Durchdringung, Eindruckfestigkeit, Abriebbeständigkeit, Beständigkeit gegen Bodenspannungen und Beständigkeit gegen katodische Zerstörung der Bindung aufweist, wird allgemein eine Überzugstärke von 0,30 bis 0,36 mm gefordert.

Die Applikation von Hüllen aus thermoplastischen Materialien auf Rohre ist aus den US-PS 3 616 006, 3 687 765, 3 802 908 und 3 823 045 bekannt. Die Strangpreßbeschichtung von Rohren ist aus der US-PS 2 820 249 bekannt. Die Beschichtung mit Epoxydharz ist schließlich aus den US-PS 4 060 655, 3 578 615, 3 508 946 und 3 258 032 bekannt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Lebensdauer der Schutzschicht zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes, äußerlich beschichtetes Rohr, insbesondere ein Verfahren zur Schaffung eines Stahlrohrs mit einer korrosionsbeständigen

13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

216718 - 5 -

Schutzschicht zu schaffen. Das Rohr hat dabei einen ersten Epoxydüberzug und eine zweite äußere Schicht in Form einer Bandwicklung, die in der Regel auf einem Polyolefin, vorzugsweise Polyethylen, basiert und ein zur Herbeiführung einer Verbindung mit dem Epoxydüberzug geeignetes schichtförmiges Mittel trägt. Dieses Mittel kann aus einem Heißschmelzklebstoff, d. h. einem Klebstoff, dessen Klebeeigenschaften durch erhöhte Temperaturen aktiviert werden, oder einem druckempfindlichen Klebstoff bestehen.

Die erfindungsgemäßen beschichteten Gegenstände bestehen aus einem Stahlrohrsubstrat, einem Epoxyd-überzug aus einem Bisphenol-A-Polymerisat einer Stärke von 0,051 bis 0,25,, zweckmäßigerweise 0,051 bis 0,21, vorzugsweise 0,10 bis 0,15 mm, und einer biegsamen äußeren Hülle aus einem Band, die in der Regel auf den Epoxydüberzug spiralförmig appliziert ist und die ein klebendes Bindemittel zur Herstellung einer Verbindung zu dem Epoxydüberzug trägt. Die bandförmige Außenhülle kann eine Stärke von 0,10 bis etwa 1,27 mm aufweisen, so daß die Gesamtschichtstärke 0,15 bis etwa 1,27, vorzugsweise 0,30 bis 1,27 mm beträgt, und sie kann aus einem thermoplastischen Polymerisat, z. B. Polyethylen, bestehen.

Der Klebstoff kann ein druckempfindlicher Klebstoff oder ein wärmeaktiviertes Polymerisat sein, wobei das letztere chemisch an den Epoxydüberzug gebunden ist und z. B. ein Ethylen/Acrylsäure-Mischpolymerisat sein kann. Epoxydüberzüge einer Stärke unter etwa 0,30 bis 0,36 mm sind in der Regel als Rohrüberzüge, insbesondere als Überzüge für einen großen Durchmesser aufweisende Rohre zur Verwendung in unterirdischen Pipelines zum Gas- oder

13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

216718

- 6 -

Ultransport oder Transport sonstiger Chemikalien aufgrund zahlreicher unerwünschter Eigenschaften, insbesondere der schlechten Beständigkeit gegen katodische Zerstörung der Bindung, schlechte Schlagzähigkeit, schlechte Beständigkeit gegen mechanische Durchdringung und dgl., ungeeignet. Überzüge einer Stärke von 0,30 bis 0,36 mm und darüber sind jedoch auch nicht geeignet, da sie ihre Biegsamkeit verlieren, eine erhöhte Sprödigkeit erhalten und dabei größere Grenzflächenspannungen beim Abkühlen des Epoxydüberzuges auf dem Rohr auftreten. Erfindungsgemäß hat es sich nun gezeigt, daß sich die eingangs genannten Vorteile von Epoxydüberzügen erhalten und sogar noch verbessern lassen und daß die geschilderten Nachteile auf ein Mindestmaß gesenkt werden können, indem dünnere Epoxydüberzüge mit einer durch Aufwickeln eines Bandes hergestellten Hülle kombiniert werden.

Die Applikation einer Bandwicklung auf 0,30 bis 0,36 mm dicke Epoxydüberzüge löst, obwohl in bestimmter Weise vorteilhaft, die Probleme einer Epoxydüberzugssprödigkeit und einer Grenzflächenspannung an der Grenzfläche Rohr/ Epoxydüberzug nicht. Darüber hinaus sind derartige Systeme nicht wirtschaftlich herstellbar.

Bei der Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung wird ein in geeigneter Weise zum Überziehen vorbereitetes, beispielsweise gesäubertes Rohr auf eine zur Bildung des Epoxydüberzugs ausreichende Temperatur erwärmt. Die Vorbereitung des Rohrs erfolgt in üblicher bekannter Weise, beispielsweise durch Kugel- und Sandstrahlen (vgl. US-PS 3 371 806). Das derart vorbereitete Rohr wird zur Erwärmung

- 7 -

13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

216710

- 7 -

auf eine bestimmte Temperatur einer geeigneten Vorrichtung z. B. einem Ofen, zugeführt. In der Regel betragen die gewählten Temperaturen etwa 149 bis 216 °C, vorzugsweise 204 bis 302 °C. Die Temperatur des Rohrs muß hoch genug sein, um das elektrostatisch aufgetragene Epoxydpulver zum Schmelzen zu bringen und um eine Aushärtung in 1 bis 4 min zu ermöglichen. Vorzugsweise sollte die Temperatur des Rohrs mindestens 13,9 °C über der Schmelztemperatur (Fp) des Epoxydharzpulvers liegen. Das Epoxydharzpulver wird in üblicher bekannter Weise auf elektrostatischem Wege derart appliziert, daß ein Schmelzüberzug einer Stärke von 0,051 bis 0,25, zweckmäßigerweise 0,051 bis 0,20, vorzugsweise 0,10 bis 0,16 mm entsteht. Das Epoxydpulvergemisch enthält pulverförmiges Epoxydharz und in der Regel ein oder mehrere Härtungsmittel, Beschleuniger, Pigment(e), Füllstoff(e) und Steuerstoff(e). Geeignete und typische Epoxydmassen werden in der US-PS 4 060 655 beschrieben. Zur Durchführung einer akzeptablen Epoxydbeschichtung muß das Pulvergemisch aufschmelzen und das Rohr benetzen. Diese Stufe des Aufschmelzens und Benetzens vor dem "Erstarren" ist der "Gelzustand" des Harzes. Geeignete "Gelzeiten" sind 5 bis 35, zweckmäßigerweise 10 bis 30, vorzugsweise etwa 15 bis 30 s. Die Gelzeit muß ausreichen, damit der Überzug die Rohroberfläche zu einem akzeptablen Haftenbleiben und zu einer geeigneten Bindung vor der vollständigen Aushärtung des Harzes bis zur vollständigen thermischen Erstarrung in akzeptabler Weise benetzt. Nach dem vollständigen Aushärten (etwa 1 bis 4, vorzugsweise etwa 2 bis 3 min), wird in üblicher bekannter Weise das die äußere Hülle bildende Band in der Regel spiralenförmig appliziert (vgl. US-PS 1 988 628, 3 687 765 und

- 8 -

13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

216718 - 8 -

3 874 418). Das Band kann aus einem mit einem druckempfindlichen Klebstoff beschichteten Polyolefinsubstrat, beispielsweise einem Polyethylensubstrat einer Stärke von 0,23 mm mit einer 0,10 mm starken Butylkautschukklebstoffschicht auf einer seiner Oberflächen bestehen, Das Band wird auf den gehärteten Epoxydüberzug selbstverständlich derart appliziert, daß die Klebstoffschicht mit dem Epoxydüberzug in Berührung gelangt. In der Regel wird das mit einem Epoxydüberzug versehene Rohr vor Applikation des Bandes auf eine Temperatur unter 200 °, zweckmäßigerweise unter etwa 150 °, vorzugsweise auf eine Temperatur unter etwa 100 °C abgekühlt. Je nach der Art des druckempfindlichen Klebstoffs kann das Rohr weit unter Gefrier-temperatur (beispielsweise -50 °C, wie sie in der Arktis vorkommen kann) abgekühlt werden, da zur Verwendung bei diesen Temperaturen geeignete Klebstoffe bekannt sind und zur Verfügung stehen. Bei Verwendung von druckempfindlichen Klebstoffen wird jedoch das Band auf das überzogene Rohr vorzugsweise bei Umgebungstemperatur des Rohrs appliziert, weil dabei eine verbesserte Haftung erreicht wird. Die jeweilige Temperatur des mit dem Epoxydüberzug versehenen Rohrs zum Zeitpunkt der Applikation des Bandes ist selbstverständlich nicht kritisch, sofern weder das Band beschädigt noch dessen Haftung an dem Epoxydüberzug beeinträchtigt werden. Die Kühlung kann beispielsweise mit Luft oder Wasser erfolgen. Wenn das Band einen Heißschmelzklebstoff trägt, muß die Temperatur des Rohrs mindestens über der Aktivierungstemperatur des Klebstoffs liegen. In solchen Fällen eignen sich in der Regel Umgebungstemperaturen des Rohrs nicht. Wenn der Klebstoff Gruppen enthält, die mit dem Epoxydüberzug

13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

216718 - 9 -

reaktionsfähig sind, muß die Temperatur des Epoxydüberzugs, gleichgültig ob es sich bei dem Klebstoff um einen Heißschmelzklebstoff oder einen druckempfindlichen Klebstoff handelt, ausreichen, um die betreffende Reaktion sicherzustellen. Hierbei erhält man dann eine bessere Haftung des Bandes an dem Epoxydüberzug.

Zur Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung geeignete Klebebänder erhält man nach üblichen Verfahren, z. B. durch Aufkalandrieren der Klebstoffmasse auf das Substrat, bei dem es sich um eine gegossene, kalandrierte oder extrudierte Folie handeln kann, durch Extrudieren des Klebstoffs auf das Substrat oder gemeinsames Extrudieren des Substrats und des Klebstoffs. Sämtliche derartige Verfahren sind auf dem Gebiet der Klebebandherstellung bekannt.

Erfindungsgemäß mit einem Epoxydüberzug versehene Rohre werden, wie beschrieben, vorzugsweise mit aus Hüllbändern bestehenden Außenhüllen versehen. Die äußere Polyolefinschicht kann jedoch erwünschtenfalls auch nach üblichen Pulversprühverfahren durch Pulversprühapplikation eines Heißschmelzklebstoffs aufgebracht werden, um die Bindung des Polyolefins an dem darunterliegenden Epoxydüberzug zu verbessern.

Ausführungsbeispiel

Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung näher veranschaulichen:

Beispiel 1

2,4 m eines 2,5 m langen Rohres werden nach dem Säubern

13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

216718 - 10 -

durch Sandstrahlen und Vorerwärmen auf eine Temperatur von 238 °C durch Hindurchleiten durch einen Ofen unter Drehen zu einer elektrostatischen Sprühbeschichtungsvorrichtung gefördert. In dieser wird eine pulverförmige Epoxydmasse appliziert, während sich das Rohr unter Drehen weiterbewegt. Auf diese Weise erhält man einen fortlaufenden Schmelzüberzug einer Stärke von 0,15 mm. Die verwendete Epoxydbeschichtungsmasse ist in Beispiel 16 der US-PS 3 508 946 beschrieben. Danach wird das beschichtete Rohr zu einer Wasserabschreckvorrichtung gefördert, in welcher das beschichtete Rohr auf eine Temperatur von etwa 66 °C abgekühlt wird. Die Zeit, in der das Rohr den Abstand von der Epoxydsprühvorrichtung bis zur Kühlstation durchläuft, dauert 2 min. In diesen 2 min erfolgt die Härtung des Epoxydüberzugs. Nach dem Abschrecken tritt das Rohr (aus der Abschreckstation) mit einem gehärteten und trockenen Epoxydüberzug einer Stärke von 0,15 mm aus. Während sich das Rohr noch auf einer Temperatur von etwa 66 °C befindet, wird spiralgewickelt ein 0,10 mm dickes Band in Form eines hochdichten Polyethylensubstrats mit einer 0,051 mm dicken Schicht aus einem druckempfindlichen Butylklebstoff (auf den Epoxydüberzug) derart aufgewickelt, daß sich die Stoßstellen überlappen. Das erhaltene mit einem Epoxydüberzug und einer Wickelbandhülle versehene Rohr weist die Vorteile eines 0,30 mm dicken Epoxydüberzugs auf. Darüber hinaus zeigt es eine verbesserte Beständigkeit gegen katodische Zerstörung der Bindung, eine geringere Anfälligkeit gegen Beschädigung der "zusammengesetzten" Schutzschicht bei der Handhabung und eine sehr gute Witterungsbeständigkeit und Beständigkeit gegen das Eindringen von Wasser. Ein 0,30 mm dicker Epoxydüberzug allein läßt hinsichtlich des Eindringens von Wasser, Feuch-

13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

216718

- 11 -

tigkeit und Salz noch zu wünschen übrig. Darüber hinaus kann ein solcher Überzug gegebenenfalls weich werden und sich rasch von dem Rohr ablösen.

Beispiel 2

Beispiel 1 wird mit der Epoxydharzbeschichtungsmasse des Beispiels 1 der US-PS 4 060 655 wiederholt. Die Vorwärmtemperatur des Rohrs beträgt 273,9 °C. Es werden ausgezeichnete Ergebnisse erzielt.

Beispiel 3

Beispiel 1 wird wiederholt, wobei jedoch als Hüllband ein solches aus hochdichtem Polyethylen einer Stärke von 0,15 mm verwendet wird.

Beispiel 4

Beispiel 1 wird wiederholt, wobei jedoch das Hüllband in einer Zwischenstation zwischen der Epoxydbeschichtungsvorrichtung und der Wasserabschreckstation 1 min nach der Epoxydbeschichtungsvorrichtung appliziert wird. Man erhält ein qualitativ hervorragendes Produkt.

Beispiel 5

Beispiel 2 wird wiederholt, wobei jedoch das Hüllband entsprechend Beispiel 4 appliziert wird. Die Oberflächentemperatur des beschichteten Rohrs beträgt etwa 177 °C. Als Klebstoff wird ein handelsübliches Ethylen/Acrylsäure-

13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

216718

- 12 -

Mischpolymerisat mit 8 % Acrylsäureeinheiten und einem Schmelzindex von 5,5 verwendet.

Unter dem Ausdruck "Polyolefine" sind auch fluorierte Polyolefine sowie vernetzte Polyolefine, wie man sie bei üblicher Nachbehandlung mit Elektronen- oder γ -Strahlung einer Dosis bis zu etwa 20 Megarad erhält, zu verstehen. Die erfindungsgemäß applizierten Epoxydüberzüge können in vorteilhafter Weise eine Stärke bis zu etwa 0,36 bis 0,41 mm aufweisen, vorzugsweise zeigen sie jedoch eine Stärke von 0,051 bis 0,25 mm.

- 13 -

13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

216718

- 13 -

Erfindungsanspruch

1. Beschichteter Gegenstand in Form eines Metallrohres mit darauf aufgetragener Schutzschicht, gekennzeichnet dadurch, daß die Schutzschicht aus einem 0,051 bis 0,41 mm dicken, an das Rohr gebundenen ersten Epoxydüberzug aus einem Bisphenol-A-Polymerisat und einer an den Epoxydüberzug haftend gebundenen Hülle aus einem thermoplastischen Polymerisatband besteht, wobei die Schutzschicht eine Stärke von 0,15 bis etwa 1,27 mm aufweist.
2. Beschichteter Gegenstand nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Epoxydüberzug eine Dicke von 0,051 bis 0,25 mm aufweist.
3. Beschichteter Gegenstand nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß die an dem Epoxydüberzug haftende thermoplastische Hülle nach der Pulversprüh-technik aufgetragen ist.
4. Beschichteter Gegenstand nach Punkt 3, gekennzeichnet dadurch, daß die thermoplastische Hülle an den Epoxydüberzug mittels eines Heißschmelzklebstoffs gebunden ist.
5. Beschichteter Gegenstand nach einem der Punkte 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß das Rohr aus Stahl besteht.

- 14 -

13. 2. 1980
F 16 L/ 216 718

216718

- 14 -

6. Beschichteter Gegenstand nach Punkt 1 bis 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Hülle aus einem thermoplastischen Polymerisatband auf der mit dem Epoxydüberzug in Berührung stehenden Oberfläche eine Klebstoffschicht trägt.
7. Beschichteter Gegenstand nach Punkt 6, gekennzeichnet dadurch, daß das thermoplastische Polymerisatband aus Polyethylen besteht.
8. Beschichteter Gegenstand nach Punkt 7, gekennzeichnet dadurch, daß die Schutzschicht eine Stärke von 0,30 bis 1,27 mm aufweist.
9. Beschichteter Gegenstand nach einem der Punkte 6 bis 8, gekennzeichnet dadurch, daß der Klebstoff aus einem druckempfindlichen Klebstoff besteht.
10. Beschichteter Gegenstand nach einem der Punkte 6 bis 8, gekennzeichnet dadurch, daß der Klebstoff aus einem wärmeaktivierten Polymerisat besteht.
11. Beschichteter Gegenstand nach Punkt 10, gekennzeichnet dadurch, daß das wärmeaktivierte Polymerisat chemisch an den Epoxydüberzug gebunden ist.
12. Beschichteter Gegenstand nach einem der Punkte 10 oder 11, gekennzeichnet dadurch, daß das wärmeaktivierte Polymerisat aus einem Ethylen/Acrylsäure-Mischpolymerisat besteht.

- 15 -

13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

216718

- 15 -

13. Beschichteter Gegenstand nach einem oder mehreren der vorhergehenden Punkte 1 bis 12, gekennzeichnet dadurch, daß der Epoxydüberzug aus einem Bisphenol-A-Polymerisat mit endständigen Epoxydgruppen, einer Gelzeit von etwa 5 bis etwa 35 s bei einer Temperatur von 250 °C und einer Härtingszeit von etwa 1 bis 4 min gebildet wird.
14. Beschichteter Gegenstand nach einem der Punkte 6 bis 9, gekennzeichnet dadurch, daß der Klebstoff aus einem Butylklebstoff besteht.
15. Verfahren zur Herbeiführung eines äußeren Schutzes von Metallrohren nach Punkt 1 bis 14, gekennzeichnet dadurch, daß man auf die äußere Oberfläche eines erhitzten Metallrohres auf elektrostatischem Wege eine solche Menge eines von einem Bisphenol-A-Polymerisat abgeleiteten, schmelzbaren Epoxydharzpulvers aufbringt, daß ein fortlaufender Überzug einer Stärke von 0,051 bis 0,41 mm gebildet wird und daß man (um das Rohr) spiralig ein mit Klebstoff beaufschlagtes flexibles thermoplastisches Polymerisatsubstrat derart herumwickelt, daß die Stärke des Epoxydüberzugs und der bandförmigen Hülle oder Wicklung 0,15 bis 1,27 mm beträgt.
16. Verfahren nach Punkt 15, gekennzeichnet dadurch, daß man den Epoxydüberzug 0,051 bis 0,25 mm dick macht.
17. Verfahren nach einem der Punkte 15 oder 16, gekennzeichnet dadurch, daß man ein Epoxydpulver verwendet,

- 16 -

13. 2. 1980

F 16 L/ 216 718

216718 - 16 -

das von Bisphenol A stammt und eine Gelzeit von etwa 5 bis etwa 35 s und eine Härtedauer von etwa 1 bis 4 min bei 250 °C aufweist.

18. Verfahren nach einem der Punkte 15 bis 17, gekennzeichnet dadurch, daß man das Metallrohr auf eine Temperatur erhitzt, die mindestens 13,9 °C über der Schmelztemperatur (Fp) des Epoxydharzes liegt.
19. Verfahren nach einem der Punkte 15 bis 18, gekennzeichnet dadurch, daß man als flexibles Substrat Polyethylen verwendet und die Klebstoffbeaufschlagung aus einem auf Butyl basierenden Klebstoff gebildet ist.
20. Verfahren nach einem der Punkte 15 bis 19, gekennzeichnet dadurch, daß man die Gesamtstärke der Schutzschicht 0,30 bis 1,27 mm dick macht.
21. Verfahren nach Punkt 18, gekennzeichnet dadurch, daß man als flexibles Substrat Polyethylen verwendet und die Klebstoffbeaufschlagung aus einem durch wärmeaktivierbaren Ethylen Acrylsäure-Mischpolymerisat-Heißschmelzklebstoff besteht.