

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 679 853 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94106304.2**

(51) Int. Cl.⁶: **F28F 19/04**

(22) Anmeldetag: **22.04.94**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.95 Patentblatt 95/44

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(71) Anmelder: **Dipl.-Ing. Ernst Kreiselmaier
Wasser- und Metall-Chemie KG
Hornstrasse 26
D-45964 Gladbeck (DE)**

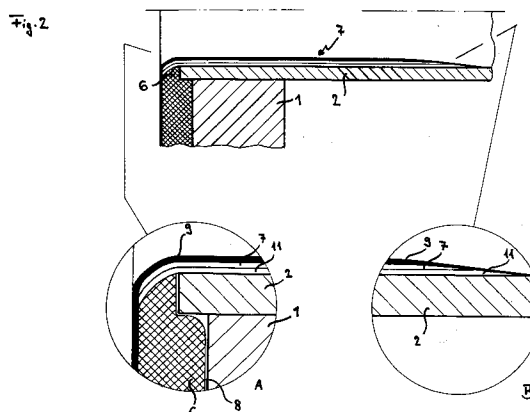
(72) Erfinder: **Kreiselmaier, Richard
Hornstrasse 26
D-45964 Gladbeck (DE)**

(74) Vertreter: **Thiel, Christian, Dr. Dipl.-Chem. et
al
Schaeferstrasse 18,
Postfach 1140
D-44623 Herne (DE)**

(54) **Beschichtung für Rohrböden und Kühlmittelrohre von Wärmetauschern.**

(57) Beschichtung für Rohrböden (1) und davon ausgehende Kühlmittelrohre (2) von Wärmetauschern, insbesondere Dampfkondensatoren, auf Basis von härtenden Kunststoffabmischungen, erhältlich durch Reinigen der zur Beschichtung vorgesehenen Flächen mit Hilfe von abrasiv wirkender Mittel; Verschließen der Rohrein- und -auslässe durch entfernbare Stopfen; Auftragen wenigstens einer Schicht (6) einer härtenden Kunststoffbeschichtung auf den Rohrboden (1); Aushärtenlassen der Beschichtung (6), so daß eine weitere mechanische Bearbeitung erfolgen kann, und Bearbeiten der Oberfläche; Entfernen der Stopfen von den Rohrein- und -auslässen sowie Einbringen wenigstens einer Schicht (7) einer härtenden Kunststoffbeschichtung wenigstens in den Eingangsbereich der Kühlmittelrohre (2) und Aushärtenlassen; wobei die Beschichtung (7) der Kühlmittelrohre (2) durch zeitlich aufeinander abgestimmten Auftrag reaktiv an der Rohrbodenbeschichtung angeschlossen ist und die Beschichtung der Kühlmittelrohre im Vergleich zur Beschichtung des Rohrbodens eine größere Elastizität mit einer um wenigstens 2%, bezogen auf die Reißdehnung der Rohrbodenbeschichtung nach DIN 53152, größeren Reißdehnung aufweist sowie Verfahren zur Beschichtung von Rohrböden (1) und davon ausgehenden Kühlmittel-

telrohren (2).



EP 0 679 853 A1

Die Erfindung betrifft eine Beschichtung für Rohrböden und davon ausgehende Kühlmittelrohre von Wärmetauschern, insbesondere Dampfkondensatoren, auf Basis von härtenden Kunststoffabmischungen, die durch Reinigen der zur Beschichtung vorgesehenen Flächen mit Hilfe abrasiv wirkender Mittel; Verschließen der Rohrein- und -auslässe durch entfernbare Stopfen; Auftragen wenigstens einer Schicht einer härtenden Kunststoffbeschichtung auf den Rohrboden; Aushärtenlassen der Beschichtung, so daß eine weitere mechanische Bearbeitung erfolgen kann, und Bearbeiten der Oberfläche; Entfernen der Stopfen von den Rohrein- und -auslässen sowie Einbringen wenigstens einer Schicht einer härtenden Kunststoffbeschichtung wenigstens in den Eingangsbereich der Kühlmittelrohre und Aushärtenlassen; erhältlich ist, sowie ein Verfahren zum Beschichten von Rohrböden und davon ausgehenden Kühlmittelrohren von Dampfkondensatoren.

Es ist bekannt, Rohrböden von Dampfkondensatoren, wie sie beispielsweise in Anlagen zur Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt werden, mit einer Kunststoffbeschichtung zu versehen, um Korrosionserscheinungen entgegenzuwirken. Rohrböden und die davon ausgehenden Kühlmittelrohre sind einer Vielzahl von äußeren Einflüssen ausgesetzt, insbesondere mechanischen, chemischen und elektromechanischen Beanspruchungen. Mechanische Beanspruchungen treten auf durch vom Kühlmittel mitgerissene feste Partikel, beispielsweise Sand. Außerdem treten durch die Temperaturdifferenz zwischen dem Kühlmedium und dem zu kondensierenden Dampf, die 100° C übersteigen kann, Ausdehnungen im Einwalzbereich der Kühlmittelrohre am Rohrboden auf.

Chemische Beanspruchungen ergeben sich aus der Natur des Kühlmediums, beispielsweise aus dessen Befrachtung mit Salzen oder sauren Substanzen. Insbesondere wäre hier die bekannte Korrosionswirkung von zu Kühlzwecken verwendetem Meerwasser oder stark belastetem Flußwasser zu nennen. Unter elektrochemischer oder galvanischer Korrosion ist diejenige zu nennen, die durch die Ausbildung von galvanischen Elementen an metallischen Grenzflächen, insbesondere an den Übergängen von Rohrboden zu Kühlmittelrohr, auftreten und die durch elektrisch leitende Flüssigkeiten, etwa Meerwasser, stark gefördert werden. Hinzu kommen Beeinträchtigungen der Funktionsfähigkeit eines Rohrbodens durch Ablagerung unerwünschter Stoffe, Algenbildung, etc. an dessen Oberfläche, die insbesondere durch Rauigkeiten gefördert werden, wie sie durch Korrosionserscheinungen entstehen. Dies hat zur Folge, daß sich die Korrosions- und Ablagerungserscheinungen mit dem Alter eines Rohrbodens beschleunigen, weil sich zunehmend Ansatzpunkte für Korrosion und

Ablagerungen bilden.

Schon frühzeitig ist man deshalb dazu übergegangen, Rohrböden mit einer korrosionsmindernden Beschichtung aus Kunststoffmaterialien zu versehen. Insbesondere wurden hier Epoxidharz-Dickbeschichtungen eingesetzt, die mit bestimmten Techniken an die Rohrein- und -auslässe angepaßt wurden, beispielsweise durch die Verwendung von Formstopfen während der Aufbringung. Auf diese Weise kann die Beschichtung des Rohrbodens zunächst nahtlos an die Rohrein- und -austritte angepaßt werden, wobei auf eine Innenbeschichtung der zumeist überstehenden oder im Bereich der Beschichtung endenden Rohren aus korrosionsbeständigem Material zumeist verzichtet wurde. Aber auch bei derartigen Lösungen konnte auf Dauer das Eindringen von Kühlwasser durch Mikrorisse und dadurch bedingt die Ausbildung von galvanischen Elementen nicht verhindert werden, mit der Folge zunehmender Korrosionserscheinungen nach Ausbildung der ersten Risse. Selbst die Einbeziehung der Kühlmittelrohre in die beschichtete Fläche zumindestens in ihrem Eintritts- und Austrittsbereich brachte hier nur geringe Besserung, da die in diesem Bereich herrschenden extremen thermischen und mechanischen Beanspruchungen zur Ausbildung von Haarrissen gerade im empfindlichen Übergangsbereich von Rohrboden zu Kühlmittelrohr führt. Ist aber an diesen Stellen der Verbund aus Rohrboden- und Rohrbeschichtung einmal durchbrochen, wird die Schutzwirkung der Beschichtung zunehmend gestört.

Maßnahmen der vorstehend genannten Art sind beispielsweise aus GB-A-1 175 157, DE-U-1 939 665, DE-U-7 702 562 sowie EP-A-0 236 388 bekannt.

In Anbetracht der vorstehend aufgezeigten Probleme liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, Rohrböden und daran angrenzende Kühlmittelrohrein- und -auslässe mit einer beide integrierenden Beschichtung zu versehen, die den an den Übergangsstellen wirkenden mechanischen Beanspruchungen langfristig Widerstand entgegensetzt und gleichzeitig geeignet ist, chemischer Beanspruchung durch das Kühlmittel langfristig zu widerstehen.

Diese Aufgabe wird mit einer Beschichtung der eingangs genannten Art gelöst, bei der die Beschichtung der Kühlmittelrohre durch zeitlich aufeinander abgestimmten Auftrag reaktiv an die Rohrbodenbeschichtung angeschlossen ist, und bei der die Beschichtung der Kühlmittelrohre eine im Vergleich zur Rohrbodenbeschichtung größere Elastizität mit einer um wenigstens 2 %, bezogen auf die Reißdehnung der Rohrbodenbeschichtung, größeren Reißdehnung nach DIN 53152 aufweist. Mit der zeitlichen Abstimmung der Beschichtungsvorgänge am Rohrboden und in den Kühlmittelrohren

aufeinander wird erreicht, daß eine Vernetzung über die Beschichtungsgrenzen von der Beschichtung in den Rohren zur Beschichtung auf dem Rohrboden hin entsteht, so daß ein besonders belastbarer chemischer Verbund gegeben ist. Gleichzeitig und zusätzlich bewirkt die relativ größere Elastizität der Kühlmittelrohrbeschichtung eine bessere Beständigkeit gegen mechanische Beanspruchung im Eingangs- und Ausgangsbereich der Rohre, dort wo es zur galvanischen Korrosion kommt. Dabei hat sich gezeigt, daß eine Erhöhung der Reißdehnung um 2 % nach DIN 53152 im allgemeinen ausreichend ist, um die Verbesserung des Beschichtungsverbundes zu bewirken, wobei von einer Reißdehnung der Rohrbodenbeschichtung von weniger als 5 % und einer solchen der Kühlmittelrohrbeschichtung von weniger als 10 % ausgegangen wird, um die für die Dauerhaftigkeit der Beschichtung erforderliche Härte, Abriebfestigkeit und Druckfestigkeit zu gewährleisten. Andererseits sollte für die Rohrbodenbeschichtung eine Reißdehnung von 2 % nicht unterschritten werden, um Sprödigkeit zu vermeiden. Als besonders geeignet haben sich Materialien gezeigt, die eine Reißdehnung nach DIN 53152 von 2 bis 4 % für den Rohrboden und 4 bis 9 % für die Kühlmittelrohre aufweisen. Besonders bevorzugt sind Beschichtungen mit Reißdehnungen von mehr als 3 % beim Rohrboden und mehr als 5 % bei den Kühlmittelrohren.

Um die für einen dauerhaften Betrieb über mehrere Jahre erforderlichen Schichtdicken aufzutragen und gleichzeitig die Qualität hinsichtlich Haftung, Poren- und Haarrisfreiheit zu gewährleisten, ist es zweckmäßig, die erfindungsgemäße Beschichtung in mehreren Schichten aufzutragen, wobei jede Schicht auf die noch reaktive Oberfläche der darunterliegenden Schicht aufgebracht wird, um eine chemische Vernetzung zu erzielen. Zweckmäßigerweise werden sowohl auf den Rohrboden als auch in den Kühlmittelrohren zwei oder drei Schichten aufgebracht, die unterschiedlich gefärbt sein können, um bei von Zeit zu Zeit stattfindenden Inspektionen die noch verbliebene Schichtdicke anhand der Färbung überprüfen zu können. Dabei beträgt die Mindestschichtdicke der gesamten Beschichtung für die Innenbeschichtung der Rohre wenigstens etwa 80 µm und für den Rohrboden wenigstens 2000 µm. Schichtstärken von 20 mm und mehr sind ohne weiteres möglich, ohne daß es zu Einbußen bei der Festigkeit kommt. Dies ist ein besonderer Vorteil, wenn es um die Beschichtung bereits stark korrodierter Rohrböden geht, die tiefe Korrosionsnarben aufweisen.

Es hat sich als sehr zweckmäßig erwiesen, die gereinigten Flächen des Rohrbodens und der Kühlmittelrohre vor der Aufbringung der eigentlichen Beschichtung mit einer Grundierung zu versehen,

die in der Regel niedriger viskos aufgespritzt wird und in Korrosionsmulden und -narben eindringt. Hierdurch wird eine Einebnung der Flächen, eine bessere Anpassung an Unebenheiten und eine insgesamt bessere Haftung der eigentlichen Beschichtung erreicht. Ebenso kann die eigentliche Beschichtung an der Oberfläche zusätzlich mit einer Versiegelung versehen werden, um insbesondere eine glattere Oberfläche zu erzielen, die das Anhaften von Algen, Schmutzteilchen u. dgl. verhindert. Die Versiegelung im Rohrbodenbereich ist vorzugsweise elastischer eingestellt als die Rohrbodenbeschichtung, wobei sie die vorstehend für die Kühlmittelrohrbeschichtungen ausgewiesenen Reißdehnungswerte einhalten sollte. Im allgemeinen ist es zweckmäßig, je zwei Grundierungs- und Versiegelungsschichten vorzusehen. Eine Versiegelung im Rohrbereich ist im allgemeinen nicht erforderlich.

Bevorzugte Materialien für die erfindungsgemäße Beschichtung sind kalthärtende Epoxidharze, die mit einem Aminhärter zusammen verarbeitet werden. Diese Harzmassen enthalten übliche Füllstoffe und Farbstoffe, Stilmittel, Stabilisatoren u. a. übliche Zusätze, um die von ihnen gewünschten Eigenschaften, insbesondere Verarbeitbarkeit und Haltbarkeit, sicherzustellen. Es handelt sich dabei um übliche Kunststoffabmischungen, wie sie auch für andere Zwecke eingesetzt werden können - entscheidend für die erfindungsgemäße Beschichtung ist weniger die Art der härtenden Kunststoffmasse als vielmehr ihre Korrosionsbeständigkeit und Elastizität nach der Aushärtung. Außer Epoxidharzen können somit auch andere kalthärtende Kunststoffabmischungen eingesetzt werden, die diesen Anforderungen genügen. Epoxid/Amin-Systeme sind jedoch für die erfindungsgemäßen Zwecke bevorzugt.

Die für die Rohrböden und insbesondere die Kühlmittelrohre verwandten Kunststoffabmischungen enthalten zweckmäßigerweise einen Anteil an pulverförmigen Polytetrafluorethylen (PTFE) in einer Menge von wenigstens etwa 5 Gew.-%, um die gewünschten Elastizitäts- und Festigkeitswerte zu erzielen. Es hat sich gezeigt, daß ein PTFE-Zusatz im Bereich von 5 bis 20 Gew.-%, insbesondere etwa 10 Gew.-% die Dauerhaftigkeit der Beschichtung im Bereich der Rohrein- und -austritte deutlich verbessert. Der PTFE-Zusatz, beispielsweise Hostafon (R) von Hoechst, sollte eine Körnung von < 50 µm und insbesondere im Bereich von 10 bis 30 µm haben. Er bildet eine Matrix, die füllt, stabilisiert und eine Elastizitätsverbesserung bewirkt und insbesondere auch dazu dient, die gewünschte Elastizität einzustellen.

Zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit insbesondere der Rohrbodenbeschichtung ist ein Gehalt von > 30 Gew.-% mineralischen Zuschlägen in der

Abmischung zweckmäßig.

Zur weiteren Verbesserung der Beständigkeit der erfindungsgemäßen Beschichtung im Bereich des Übergangs von Kühlmittelrohr zu Rohrboden kann es zweckmäßig sein, im Bereich des Übergangs zum Rohrboden in die Beschichtung eine Kunststoffhülse einzubringen, die einen zusätzlichen Stabilisationseffekt bewirkt.

Bei den erfindungsgemäßen Beschichtungen hat es sich gezeigt, daß sie gewisse Kriterien bezüglich ihrer mechanischen Beanspruchbarkeit erfüllen müssen. So sollte die schließlich erreichte Härte der Beschichtung einen Wert von wenigstens etwa 75 nach DIN 53153 (Barcol-Härte) erreichen, vorzugsweise wenigstens 80. Für die Rohrbodenbeschichtung ist ein Wert von wenigstens etwa 95 zweckmäßig.

Des weiteren sollte die Haftfestigkeit der Beschichtung auf dem Untergrund wenigstens etwa 4 N/mm² nach DIN/Iso 4624 betragen, vorzugsweise wenigstens etwa 5 N/mm² und insbesondere wenigstens 7 N/mm². Erfindungsgemäß werden Haftfestigkeiten von mehr als 10 N/mm² für die Rohrbodenbeschichtung und mehr als 5 N/mm² für die Kühlmittelrohrbeschichtung und Grundierung erreicht.

Wesentlich für die Standfestigkeit der erfindungsgemäßen Beschichtungen sind deren Druckfestigkeit und Abriebfestigkeit. Bezüglich der Druckfestigkeit sollten Werte von mehr als 50 N/mm² für die Kühlmittelrohrbeschichtung und mehr als 100 N/mm² für die Rohrbodenbeschichtung erreicht werden, bei der Abriebfestigkeit nach DIN 53233 (Fall A) Werte von mehr als 40 mg bzw. mehr als 55 mg.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Aufbringung der vorstehend beschriebenen Beschichtung, bei dem zunächst die zur Beschichtung vorgesehenen Flächen mit Hilfe abrasiv wirkender Mittel gereinigt werden, die Rohrein- und -auslässe durch entfernbare Stopfen verschlossen werden, wenigstens eine Schicht einer härtenden Kunststoffbeschichtung auf den Rohrboden aufgetragen wird, die Beschichtung aushärten gelassen wird, so daß eine weitere mechanische Bearbeitung erfolgen kann, jedoch noch reaktive Stellen an der Oberfläche zurückbleiben, wonach die Oberfläche mechanisch bearbeitet wird. Anschließend werden die Rohrstopfen von den Rohrein- und -auslässen entfernt sowie wenigstens eine Schicht einer härtenden Kunststoffbeschichtung wenigstens in den Eingangsbereich der Kühlmittelrohre unter Ausbildung einer reaktiven Verbindung mit der Rohrbodenbeschichtung eingebracht, wobei die Kunststoffabmischungen so gewählt sind, daß die Kühlmittelrohrbeschichtung im Vergleich zur Rohrbodenbeschichtung eine größere Elastizität mit einer um wenigstens 2 %, bezogen auf die Reißdehnung der

Rohrbodenbeschichtung nach DIN 53152 größere Reißdehnung aufweist.

Für das erfindungsgemäße Verfahren ist es wichtig, daß die zur Beschichtung vorgesehenen Oberflächen gründlich abrasiv gereinigt werden, um einen festen und einheitlichen Untergrund zu schaffen. Das Verschließen der Rohrein- und -auslässe durch entfernbare Stopfen, das an und für sich bekannt ist, hat zwei Gründe: Zum einen soll das Eindringen der für die Rohrbodenbeschichtung vorgesehenen Masse in die Rohreinlässe verhindert werden, zum anderen die Rohrbodenbeschichtung an den Verlauf der Kühlmittelrohre angeglichen und eine entsprechende Profilierung vorgenommen werden, wozu entsprechend geformte Stopfen verwandt werden. Auf diese Weise wird insbesondere der Rohreinlauf strömungsgünstig ausgebildet und ein problemloser Ansatz der Kühlmittelrohrbeschichtung an die Rohrbodenbeschichtung gewährleistet. Es kann dabei - vor allem bei älteren Rohrböden - sinnvoll sein, die Kühlmittelrohre am Ein- und Austritt entsprechend anzudornen, um einen glatten Übergang an die Einbettung der Rohreinsätze in die Rohrbodenbeschichtung zu gewährleisten (DE-U-7 702 562). Hierdurch wird insbesondere erreicht, daß der Übergang Rohrboden/Kühlmittelrohr nicht mit dem Übergang Rohrbodenbeschichtung/Kühlmittelrohrbeschichtung zusammenfällt, was die Lebensdauer der Beschichtung erhöht.

Das Reinigen der zur Beschichtung vorgesehenen Flächen erfolgt vorzugsweise durch Strahlen mit einem abrasiven Mittel, beispielsweise durch Sandstrahlen. Im darauffolgenden Schritt werden die Rohreinlässe mit den dafür vorgesehenen Stopfen verschlossen. Danach wird vorzugsweise eine Grundierung aufgebracht, insbesondere eine Grundierung mit einer Beschichtungsmasse, die die Elastizitätseigenschaften der für die Kühlmittelrohre vorgesehenen Beschichtung erreicht. Da es zweckmäßig ist, die Grundierung im Spritzverfahren aufzubringen, sollten die entsprechenden Kunststoffabmischungen eine entsprechende Viskosität aufweisen, auch im Hinblick auf das Eindringvermögen in Korrosionsnarben in der Metalloberfläche. Die Schichtdicke sollte wenigstens etwa 80 µm betragen. Die Trocknungszeit beträgt für Epoxymasse etwa 8 Stunden bis einige Tage bei 20° C, wobei innerhalb dieses Zeitraums sichergestellt ist, daß noch eine reaktive Verbindung zur nächstfolgenden Schicht ausgebildet werden kann. Es kann aber auch ein Rollverfahren für den Auftrag gewählt werden.

Auf die Grundierung werden ein bis drei Schichten der für den Rohrboden vorgesehenen Kunststoffmasse aufgebracht, insbesondere durch Spachteln, um das Eindringen in Vertiefungen sicherzustellen, Hohlräume zu beseitigen und die

Ausbildung von Poren und Blasen zu vermeiden. Hierzu hat es sich als zweckmäßig erwiesen, zur Erzielung der erforderlichen Schichtdicken von 20 mm oder mehr mehrere Schichten nacheinander aufzutragen. Die Trocknungszeit bis zur weiteren Bearbeitung beträgt für Epoxyharze etwa 24 Stunden bis zu 4 Tage. Nach der Aushärtung wird die Oberfläche mechanisch geglättet, insbesondere durch Bearbeiten mit abrasiven Materialien. Der Glättungsvorgang ist deshalb zweckmäßig, weil damit eine einheitlichere Oberfläche erzielt wird, die dem auf den Rohrboden auftreffenden Kühlmittel weniger Widerstand entgegenbringt und weniger Ansatzpunkte für die mechanische Erosionskorrosion und Anwachsungen durch beispielsweise Algen bietet. Es ist beim Auftrag sicherzustellen, daß die einzelnen Schichten reaktiv miteinander verbunden sind.

Auf die aufgespachtelte Beschichtung wird zweckmäßigerweise eine Versiegelung aufgebracht, üblicherweise in zwei Schichten. Als Material hierfür dient eine elastisch eingestellte Kunststoffabmischung auf der Basis der darunterliegenden Beschichtung, beispielsweise eine Abmischung, wie sie hier für die Beschichtung der Kühlmittelrohre beschrieben ist. Die Schichtdicken betragen für jede einzelne Schicht wenigstens 40 µm, insgesamt wenigstens etwa 80 µm, die Trocknungszeiten bei Epoxid/Amin-Systemen 6 Stunden bis zur Klebfreiheit. Die Versiegelung bringt insbesondere dann, wenn sie aufgespritzt oder aufgerollt ist, durch das Verlaufen der Kunststoffmasse eine weitere Glättung der Oberfläche mit sich, die damit weniger Ansatzpunkte für Korrosionsschäden und Anwachsungen bietet. Zweckmäßigerweise wird die Versiegelung erst aufgebracht, wenn die Kühlmittelrohre beschichtet werden, wobei die wenigstens letzte Auftragsschicht der Kühlmittelrohrbeschichtung nahtlos auf die Rohrbodenbeschichtung ausgehört wird.

Die Gesamtbeschichtung ist bei einer Aushärtungstemperatur von 20° C nach etwa 7 Tagen mechanisch und chemisch belastbar.

Nach dem Aufbringen der Rohrbodenbeschichtung auf die Grundierung und der mechanischen Nachbearbeitung werden im nächsten Schritt die Stopfen von den Rohreinlässen entfernt. Anschließend wird in die Rohre wenigstens in deren Eingangsbereich, zweckmäßigerweise aber in deren ganzen Verlauf, auf die gereinigte Oberfläche die Kühlmittelrohrbeschichtung aufgebracht, zweckmäßigerweise in mehreren Schichten. Als besonders geeignet für das Aufbringen hat sich das Aufspritzen erwiesen, wobei mit einer hierfür geeigneten, zu den Seiten abstrahlenden Düse am vom Rohrboden abgewandten Ende begonnen wird und zum Rohrboden hin beschichtet wird. Alternativ kann die Beschichtung auch mit einer mit der Beschich-

tungsmasse getränkten Bürste eingerollt werden, wobei die Bürste rotiert und die Masse gegen die Rohrwandung geschleudert wird. Die dafür verwandten Kunststoffabmischungen sind auf Spritzviskosität eingestellt, wobei gleichzeitig auf größtmögliches Eindringvermögen und sofortiges Haftvermögen ohne Tränenbildung geachtet wird. Zweckmäßigerweise werden auch hier mehrere Schichten aufgebracht, zunächst eine Grundierung in ein oder zwei Schichten auf die Metalloberfläche, die bei Epoxidharzen 8 Stunden bis 8 Tage aushärtet, und darauf die eigentliche Beschichtung in einer oder mehreren Schichten, mit einer Aushärtungszeit von 6 Stunden bis zu 4 Tagen. Eine Nachbearbeitung ist bei der Kühlmittelrohrbeschichtung nicht unbedingt erforderlich. Wie oben beschrieben, wird wenigstens die letzte Schicht der Rohrbeschichtung in einem Zug auch auf die Rohrbodenbeschichtung aufgebracht, wo sie als Versiegelung dient.

Die einzelnen Schichten der Rohrbeschichtung und Versiegelung werden in einer Schichtdicke von wenigstens etwa 40 µm aufgetragen, wobei die Gesamttrockenschichtdicke für einen dauerhaften Korrosionsschutz wenigstens etwa 80 µm betragen sollte. Bei der Aufbringung mehrerer Schichten ist es wichtig, auf den zeitlichen Ablauf zu achten: Sowohl der Übergang zur Rohrbodenbeschichtung als auch die individuellen Schichten der Kühlmittelrohrbeschichtung müssen in einem solchen zeitlichen Rahmen aufgetragen werden, daß es zu einer chemischen Vernetzung mit der darunterliegenden Schicht kommt.

Auch die Kühlmittelrohrbeschichtung ist nach etwa 7 Tagen chemisch und mechanisch belastbar. Die angegebenen Zeiten beziehen sich auf Epoxidharz/Aminhärter-Systeme und 20° C.

Die Beschichtung in den Kühlmittelrohren sollte, wenn sie nicht durchgängig ist, Schicht für Schicht auslaufen, so daß sich ein allmähliches Abflachen der Beschichtung ergibt. Dabei ist es zweckmäßig, mit der jeweils äußeren Schicht weiter in das Kühlmittelrohr hinein- und auf das blanke Metall zu gehen, so daß die darunterliegende Schicht von der darüberliegenden vollständig abgedeckt wird. Die jeweils äußere Schicht kann aber auch weiter außen ansetzen als die darunterliegende.

Bei allen Beschichtungen ist es zweckmäßig, die einzelnen Schichten unterschiedlich einzufärben, um den Zustand der Beschichtung und ihre Dicke kontrollieren zu können. Bei einer grauen Grundierung und darauf sich abwechselnden roten und weißen Schichten der Gesamtbeschichtung ist es ohne weiteres möglich, anhand der Färbung die verbliebene Beschichtungsdicke optisch zu kontrollieren und beispielsweise festzustellen, wann die vorletzte und letzte Schicht erreicht ist. Auf diese

Art und Weise ist ein volles Ausnutzen der Lebensdauer der Beschichtung möglich wie auch gezielte Reparaturen an besonders von Korrosion oder Erosion betroffenen Stellen, die sich durch ihre unterschiedliche Färbung gegenüber ihrer Umgebung auszeichnen.

Die Erfindung wird durch die beiliegenden Abbildungen näher erläutert. Von diesen zeigt

Fig. 1 im Schnitt den mit Kühlmittelrohreintritt eines Rohrbodens in nicht korrodiertem und korrodiertem Zustand, jeweils mit Beschichtung, in drei Varianten (a) bis (c); und

Fig. 2 die erfindungsgemäße Beschichtung eines Rohrbodens und eintretenden Kühlmittelrohrs in ihrem schichtförmigen Aufbau.

In Fig. 1 (a) ist ausschnittsweise ein Rohrboden 1 mit einem Kühlmittelrohr 2 dargestellt. Im Bereich des Kühlmittelrohreintritts ist der Rohrüberstand 3 zu den Seiten hin aufgebogen bzw. aufgedornt. In der oberen Bildhälfte (auch in Fig. 2 (b) und (c)) weist der Rohrboden eine intakte glatte Oberfläche 4 auf, wie sie ohne besonderen Schutz praktisch nur im Neuzustand gegeben ist. In der unteren Bildhälfte ist die Rohrbodenoberfläche durch Korrosionserscheinungen insbesondere im Bereich des Eintritts des Kühlmittelrohrs erheblich geschädigt, wobei durch galvanische Korrosion tiefe Korrosionsnarben entstanden sind.

Die geschwärzten Teile im Bereich der Rohrbodenoberfläche 4 stellen eine Beschichtung 6 mit einer dafür geeigneten kalthärtenden Kunststoffabmischung dar. Die Beschichtung 6 geht in die Kühlmittelrohrbeschichtung über. Die Korrosionsnarbe 5 ist durch die Beschichtung vollständig ausgefüllt. Da die Beschichtungsmasse selbst chemisch praktisch inert ist, wird der Rohrboden 1 wie auch das Rohr 2 vollständig gegen das anbrandende Kühlwasser abgeschirmt. Die galvanische Korrosion wird damit weitgehend unterbunden.

Fig. 1 (b) und (c) zeigen gängige Varianten des Kühlmittelrohransatzes mit bündigem Abschluß (1b) und Überstand ohne Aufdornung (1c), wobei in allen Fällen (1a bis 1c) der Rohransatz 3 vollständig in die Beschichtung 6, 7 integriert ist.

Fig. 2 zeigt den schichtförmigen Aufbau der erfindungsgemäßen Beschichtung. Details der Rohrbodenbeschichtung und der Rohrbeschichtung ergeben sich aus den Ausschnitten A und B.

Der Rohrboden 1 selbst weist unterhalb der eigentlichen Beschichtung 6 eine Grundierung 8 auf, die auch kleinere Unebenheiten ausfüllt. Die geglättete Oberfläche der Beschichtung 6 ist zusätzlich mit einer Versiegelung 9 geschützt, die in das Rohr hinein verläuft und innerhalb der Rohrbeschichtung die äußere Schicht bildet.

Die Wand 2 des Kühlmittelrohres ist zunächst mit einer Grundierung 11 auf der gereinigten Metalloberfläche versehen. Auf diese Grundierung 11 ist die eigentliche, gegenüber der Rohrbodenbeschichtung elastisch eingestellte Kühlmittelrohrbeschichtung 7 aufgebracht. Im dargestellten Fall ist das Kühlmittelrohr 2 nicht über seine gesamte Länge beschichtet, sondern nur im Eingangsbereich, wobei die Beschichtung insgesamt konisch ausläuft (Ausschnitt B), d. h. die aufliegenden Schichten jeweils weiter in das Rohr hineinragen, als die jeweils darunterliegende. Die letzte Schicht der Kühlmittelrohrbeschichtung 9 ist zugleich die Versiegelung 9 der Rohrbodenbeschichtung 6. Der in Ausschnitt A dargestellte gekrümmte Auslauf der Rohrbeschichtung (11, 7, 9) ist durch die Kontur des bei der Beschichtung des Rohrbodens vorgesehenen Stopfens vorgegeben, der vor der Beschichtung des Kühlmittelrohrs entfernt wird.

Die Gesamtdicke aller Schichten beträgt im Bereich des Rohrbodens $> 2000 \mu\text{m}$ und im Bereich der Rohrwandungen $> 80 \mu\text{m}$; größere Schichtdicken können ohne weiteres erzielt werden.

Als besonders geeignet für die erfindungsgemäßen Beschichtungen haben sich Epoxidharze erwiesen, die mit einem Amin als Härter verarbeitet werden. Es handelt sich dabei um handelsübliche Systeme, die lösungsmittelfrei eingestellt sein können. Geeignete Produkte sind beispielsweise Epoxide auf Basis von Glydylethern und von Bisphenol A abgeleitete Epoxide, die mit einem üblichen modifizierten Polyamin gehärtet werden. Die Epoxid- wie die Härterkomponente enthalten übliche Zusätze, die die Verarbeitbarkeit, chemische und Lagerstabilität und Widerstandsfähigkeit regeln.

Patentansprüche

1. Beschichtung für Rohrböden und davon ausgehende Kühlmittelrohre von Wärmetauschern, insbesondere Dampfkondensatoren, auf Basis von härtenden Kunststoffabmischungen, erhältlich durch Reinigen der zur Beschichtung vorgesehenen Flächen mit Hilfe von abrasiv wirkender Mittel; Verschließen der Rohrein- und -auslässe durch entfernbare Stopfen; Auftragen wenigstens einer Schicht einer härtenden Kunststoffbeschichtung auf den Rohrboden; Aushärtenlassen der Beschichtung, so daß eine weitere mechanische Bearbeitung erfolgen kann, und Bearbeiten der Oberfläche; Entfernen der Stopfen von den Rohrein- und -auslässen sowie Einbringen wenigstens einer Schicht einer härtenden Kunststoffbeschichtung wenigstens in den Eingangsbereich der Kühlmittelrohre und Aushärtenlassen;

- dadurch gekennzeichnet,
daß die Beschichtung der Kühlmittelrohre durch zeitlich aufeinander abgestimmten Auftrag reaktiv an die Rohrbodenbeschichtung angeschlossen ist und die Beschichtung der Kühlmittelrohre im Vergleich zur Beschichtung des Rohrbodens eine größere Elastizität mit einer um wenigstens 2 %, bezogen auf die Reißdehnung der Rohrbodenbeschichtung nach DIN 53152, größeren Reißdehnung aufweist.
2. Beschichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Reißdehnung der Rohrbodenbeschichtung nach DIN 53152 von 2 bis 4 % und eine Reißdehnung der Kühlmittelrohrbeschichtung von 4 bis 9 %.
 3. Beschichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine Reißdehnung der Rohrbodenbeschichtung nach DIN 53152 von wenigstens 3 % und eine Reißdehnung der Kühlmittelrohrbeschichtung von wenigstens 5 %.
 4. Beschichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus mehreren Einzelschichten besteht, von denen jede auf die noch reaktive Oberfläche der vorangehenden Schicht aufgebracht wurde.
 5. Beschichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelschichten unterschiedliche Färbung aufweisen.
 6. Beschichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Schichtdicke von wenigstens 80 µm in den Kühlmittelrohren und wenigstens etwa 2000 µm auf dem Rohrboden.
 7. Beschichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche auf Basis eines Epoxidharz-Aminhärter-Systems.
 8. Beschichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffabmischungen Füll- und Farbstoffe, Stellmittel, Stabilisatoren u. a. übliche Zusatzstoffe enthalten.
 9. Beschichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffabmischung für die Beschichtung der Kühlmittelrohre Polytetrafluorethylen in Pulverform, vorzugsweise mit einer Körnung < 50 µm und in einer Menge von 5 bis 20 Gew.-%, enthält.
 10. Beschichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie auf eine Grundierung aufgebracht ist und/oder eine Versiegelung aufweist.
 11. Beschichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Versiegelung eine Kunststoffschicht mit den Eigenschaften der Kühlmittelrohrbeschichtung ist.
 12. Verfahren zur Beschichtung von Rohrböden und davon ausgehenden Kühlmittelrohren von Wärmetauschern, insbesondere Dampfkondensatoren auf Basis von härtenden Kunststoffabmischungen, mit den folgenden Schritten: Reinigen der zur Beschichtung vorgesehenen Flächen mit Hilfe abrasiv wirkender Mittel; Verschließen der Rohrein- und -auslässe durch entfernbare Stopfen; Auftragen wenigstens einer Schicht einer härtenden Kunststoffbeschichtung auf den Rohrboden; Aushärtenlassen der Beschichtung, so daß eine weitere mechanische Bearbeitung erfolgen kann, jedoch noch reaktive Stellen an der Oberfläche zurückbleiben, und mechanische Bearbeitung; Entfernen der Stopfen von den Rohrein- und -auslässen sowie Einbringen wenigstens einer Schicht einer härtenden Kunststoffbeschichtung wenigstens in den Eingangsbereich der Kühlmittelrohre unter Ausbildung eines reaktiven Anschlusses an die Rohrbodenbeschichtung, wobei die Beschichtung der Kühlmittelrohre im Vergleich zur Rohrbodenbeschichtung eine größere Elastizität mit einer um wenigstens 2 %, bezogen auf die Reißdehnung der Rohrbodenbeschichtung, größeren Reißdehnung nach DIN 53152 aufweist.
 13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Beschichtung vorgesehenen Flächen durch Strahlen mit einem abrasiven Mittel gereinigt werden.
 14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung der Rohrböden durch Aufspachteln erfolgt, wonach plangeschliffen wird.
 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlmittelrohrbeschichtung durch Ausspritzen der Rohre oder Einrollen, beginnend an dem dem Rohrboden abgewandten Ende, aufgebracht wird.
 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Beschichtung vorgesehenen Flächen vor der Be-

schichtung im Spritz- oder Rollverfahren grundiert und/oder auf die Beschichtung eine Versiegelung aufgebracht wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß als Grundierung, Beschichtung und/oder Versiegelung jeweils mehrere Schichten aufgebracht werden. 5
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß Schichten unterschiedlicher Färbung aufgebracht werden. 10
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß als Versiegelung eine Kunststoffschiicht mit den Eigenschaften der Kühlmittelrohrbeschichtung verwandt wird. 15

20

25

30

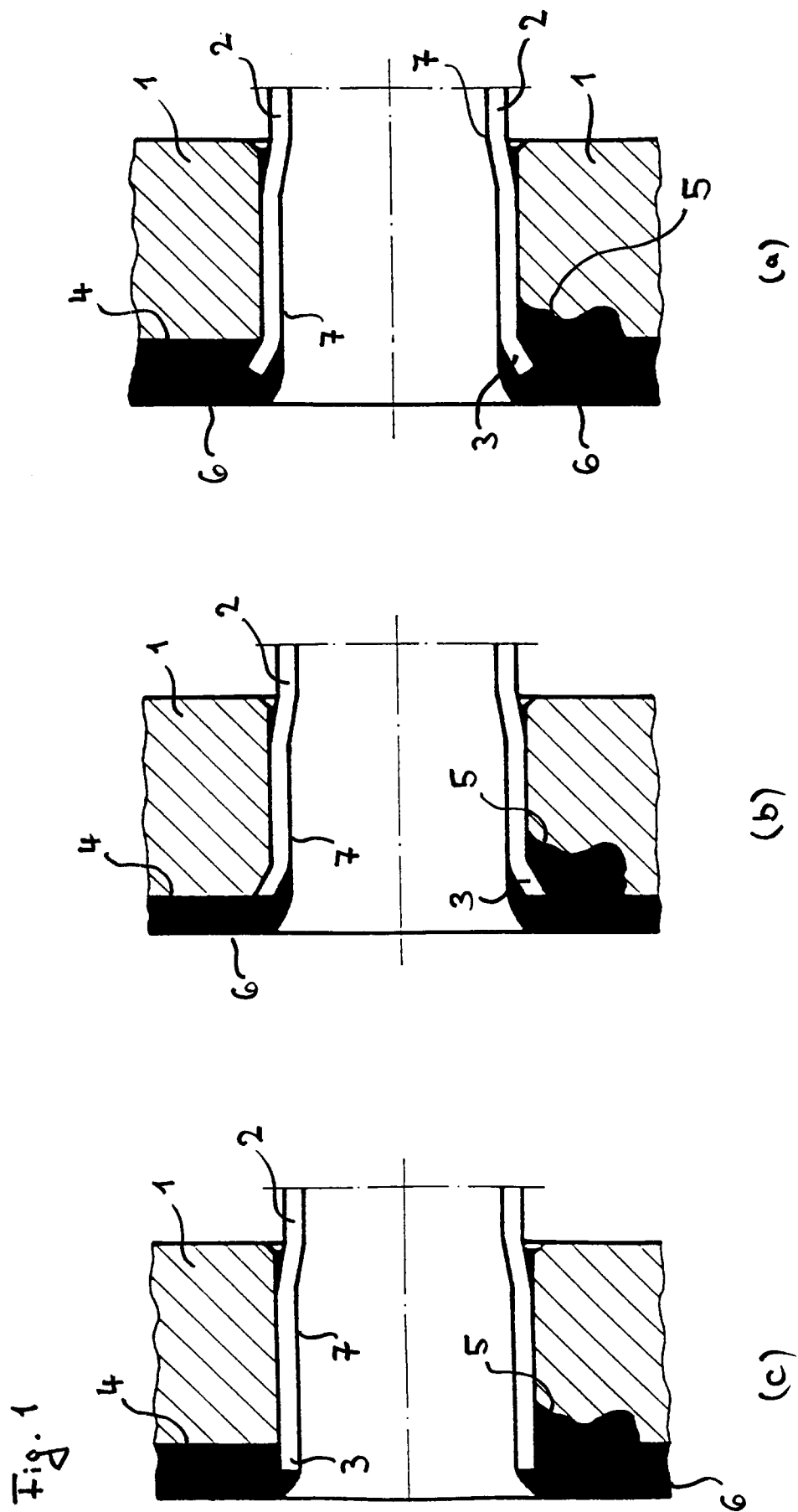
35

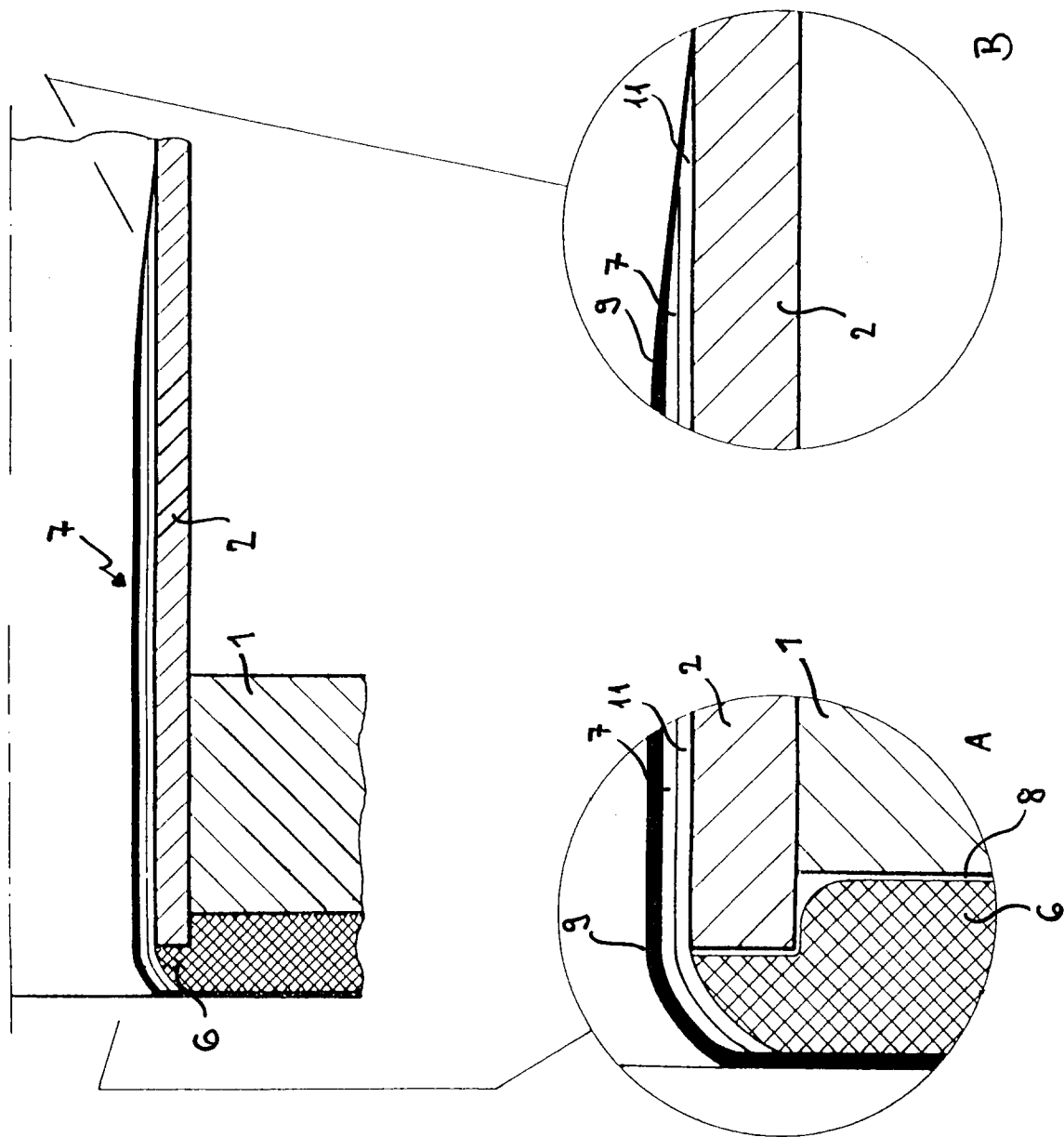
40

45

50

55







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 10 6304

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,A	DE-U-77 02 562 (KREISELMAIER ET AL) * Seite 10, Zeile 6 - Seite 12, Zeile 4; Abbildungen 1,2 * ---	1-19	F28F19/04
D,A	WO-A-87 01437 (KREISELMAIER ET AL) & EP-A-0 236 388 (KREISELMAIER ET AL) * Seite 4, Zeile 10 - Seite 6, Zeile 18; Abbildung 1 * ---	1-19	
A	DE-A-25 15 007 (WESSELS) * Seite 6, Zeile 17 - Seite 9, Zeile 20; Abbildungen 2,3 * -----	1-19	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F28F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21. September 1994	Prüfer Beltzung, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	