

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 475 161 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.07.2006 Patentblatt 2006/27

(51) Int Cl.:
B05B 12/14 ^(2006.01) **B05B 15/06** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04010482.0**

(22) Anmeldetag: **03.05.2004**

(54) **Verfahren und Versorgungssystem zur dosierten Materialversorgung einer Beschichtungsvorrichtung**

Process and device to supply metered material to a coating apparatus

Procède et dispositif de réglage de fourniture des quantités de matériaux dosées à un dispositif de revêtement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **06.05.2003 DE 10320147**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.11.2004 Patentblatt 2004/46

(73) Patentinhaber: **Dürr Systems GmbH
70435 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Herre, Frank**
71739 Oberriexingen (DE)
• **Melcher, Rainer**
71720 Oberstenfeld (DE)

- **Baumann, Michael**
74223 Flein (DE)
- **Michelfelder, Manfred**
71711 Steinheim (DE)
- **Nolte, Hans-Jürgen Dr.**
70565 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **Heusler, Wolfgang**
v. Bezold & Sozien
Patentanwälte
Akademiestrasse 7
80799 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 065 608

EP 1 475 161 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Versorgungssystem zur dosierten Materialversorgung einer Beschichtungsvorrichtung in einer Anlage für die automatisch gesteuerte Serienbeschichtung von Werkstücken gemäß dem Oberbegriff der unabhängigen Patentansprüche. Insbesondere handelt es sich um die elektrostatische Serienbeschichtung von Werkstücken wie beispielsweise Fahrzeugkarossen mit elektrisch leitfähigem Beschichtungsmaterial häufig wechselnder Farbe.

[0002] Beispielsweise ist in der DE 101 57 966 ein Versorgungssystem der hier betrachteten Gattung beschrieben, bei dem in der bekannten A/B-Technik zwei gemolchte Farbleitungen von je einem Farbwechsler zu je einem Kolbendosierer führen, die über eine weitere gemolchte Leitung mit dem als Beschichtungsvorrichtung dienenden Zerstäuber verbunden sind. Wie in der DE 101 57 966 erläutert wird, ist unter einem Kolbendosierer eine Dosiereinheit zu verstehen, in deren Zylinder der Kolben von einem während der Beschichtung bedarfsabhängig gesteuerten Dosierantrieb so bewegt wird, dass er das Beschichtungsmaterial in der bedarfsabhängig dosierten und veränderlichen Menge in die zu dem Zerstäuber führende Leitung drückt, weil es während der Beschichtung in der Regel erforderlich ist, die dem Zerstäuber zuzuführende Farb- bzw. Beschichtungsmaterialmenge z.B. in Abhängigkeit von Werkstückbereichen, Größe und Form der zu beschichtenden Flächen, Spritzstrahlform usw. zu ändern. Diese auch bei der vorliegenden Erfindung angewandte volumetrische Dosierung, d.h. bedarfsabhängige Steuerung des Volumenstroms mit dem beispielsweise von einem Servomotor angetriebenen Kolbendosierer hat wesentliche Vorteile gegenüber anderen Dosiersystemen. Beispielsweise haben die in vielen Beschichtungsanlagen verwendeten, ebenfalls volumetrisch dosierenden Zahnraddosierpumpen zwar eine hohe Dosiergenauigkeit, doch sind sie schlecht spülbar. Die in andere Systemen (z.B. US 5 221 047) zur Dosierung verwendeten Farbdruckregler genügen dagegen nicht mehr den heutigen Anforderungen an die Dosiergenauigkeit. Demgegenüber sind Kolbendosierer sowohl sehr genau als auch bei einem Farbwechsel problemlos spülbar. Sie ermöglichen eine genaue Dosierung nicht nur des Beschichtungsmaterials beim Applizieren durch den Zerstäuber und beim Befüllen des Kolbendosierers, sondern auch einer mit gewünschtem Volumen in eine Leitung oder den Kolbendosierer einzufüllenden Spülflüssigkeit (EP 1362641). Kolbendosierer können extrem steif ausgelegt werden (DE 102 33 633) und ermöglichen außerdem bei Verwendung als Zwischenbehälter die seit der EP 0 292 778 bekannte vorteilhafte Potentialtrennung zwischen der auf Hochspannung arbeitenden Beschichtungsvorrichtung und der geredeten Farbversorgungseinheit wie z.B. einem Farbwechsler durch abschnittswises Entleeren der Leitungen, das in modernen Beschichtungsanlagen bekanntlich durch Molchtechnik realisiert wird (DE 199 37 426).

In gemolchten Systemen haben Kolbendosierer darüber hinaus den Vorteil, dass am Zerstäuber keine Zahnraddosierpumpe vorhanden sein muss und deshalb Molchstationen innerhalb des Zerstäubers angeordnet werden können, wodurch Farb- und Spülmittelverluste auf ein Minimum reduziert werden können (EP 1314480).

[0003] Probleme bestehen bei den Beschichtungsanlagen der hier betrachteten Gattung aber darin, dass für die Überwachung und Steuerung des Systems erheblicher Aufwand erforderlich ist, der oft weder die gewünschte Optimierung des Dosierbetriebes noch die erforderliche Zuverlässigkeit gewährleistet. Einige dieser Probleme haben ihre Ursache in der Beschaffenheit der Molche und der für diese benötigten elastischen Schläuche, die z.B. in Kraftfahrzeugbeschichtungsanlagen Innendurchmesser zwischen 5 und 10 mm haben und mehr als 15 m lang sein können. Bei den zu fördernden Flüssigkeiten kann es sich sowohl um Farblack oder anderes Beschichtungsmaterial als auch um den zum Spülen benötigten Verdünner handeln.

[0004] Aus der DE 100 65 608 ist ein System für die Kratzschutzbeschichtung von Fahrzeugkarossen mit einer wässrigen Emulsion bekannt, die zunächst in einen Zwischenbehälter gepumpt und dann von dort durch eine Leitung zu einer Sprüheinrichtung gefördert wird. Der Zwischenbehälter besteht aus einem Zylinder mit einem Kolben, der zum Entleeren des Zwischenbehälters von einem Motor angetrieben wird. Die Emulsion soll der Sprüheinrichtung mit geregelter Druck zugeführt werden. Zu diesem Zweck wird mit einem Drucksensor der Emulsionszufuhrdruck gemessen und das Sensorsignal einer Steuereinrichtung zugeführt, die ihrerseits den Kolbenantriebsmotor steuert. Mit dieser Druckregelung ist keine volumetrische Dosierung des Beschichtungsmaterials in der oben erläuterten Weise möglich.

[0005] Aus der DE 101 20 077 ist ein Farbbeschichtungssystem bekannt, in dem über einen unmittelbar vor dem Zerstäuber angeordneten Drucksensor der Farbdruck erfasst und anschließend geregelt werden kann. Ferner kann sich ein Drucksensor an der Zuleitung eines außerhalb des Farbwegs vorgesehenen Dosierzylinders für ein Schiebemedium für das Beschichtungsmaterial befinden, der eine stets ausreichende Versorgung mit Schiebemedium gewährleisten soll. Eine Dosiereinheit, in die das zu applizierende Beschichtungsmaterial und/oder ein Spülmittel geleitet wird, ist nicht vorgesehen.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist die Angabe eines Verfahrens bzw. Dosiersystems der aus der DE 101 57 966 bekannten Gattung, mit dem auf einfache Weise eine zuverlässige Überwachung und/oder Steuerung insbesondere auch mehrerer Faktoren des Systems ermöglicht wird.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche gelöst.

[0008] Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass mit einem und demselben einfachen Drucksensor zahlreiche verschiedene Parameter oder Funktionen des Systems sowohl während als auch außerhalb des Be-

schichtungsbetriebes überwacht, diagnostiziert und/oder gesteuert werden können. Die Größe des in dem Dosierzylinder oder in den mit ihm verbundenen Leitungen gemessenen Flüssigkeitsdrucks lässt sich z.B. für die Optimierung der Geschwindigkeit des Befüllens des Dosierzylinders und angeschlossener Leitungen und damit zur Vermeidung von Zeitverlusten nutzen. Darüber hinaus lässt dieser Druck Rückschlüsse zu auf so unterschiedliche Faktoren wie Druck und/oder Druckschwankungen der Flüssigkeiten in dem Versorgungssystem, aus dem die Dosiereinheit befüllt wird (Ringleitungsdruck), Viskosität der geförderten Flüssigkeiten und sogar Verschleißzustand der Molche. Des Weiteren kann das von dem Drucksensor erzeugte Signal zur Kompensation von Nachgiebigkeiten der gemolchten Schläuche und sonstiger Systembestandteile sowie von Änderungen von Schlauchlängen und sonstigen Systembestandteilen und gemäß einer weiteren Möglichkeit zum Melden von Molchpositionen genutzt werden.

[0009] Bei einem typischen Ausführungsbeispiel der Erfindung wird mit dem Drucksensor zunächst beim Befüllen des Zylinders der Dosiereinheit der in oder an dem Zylinder herrschende Druck oder ggf. Unterdruck des Beschichtungsmaterials (oder Spülmaterials) überwacht, um insbesondere das Ansaugen von Luft zu vermeiden. Das Befüllen erfolgt vorzugsweise volumetrisch aufgrund der Kolbenbewegung, d.h. mit vorbestimmtem Volumen und/oder Volumenstrom, wobei das Drucküberwachungssystem durch Steuerung des Kolbenantriebs korrigierend eingreift, wenn dessen Geschwindigkeit zu hoch ist oder wird. Weiterhin kann der Flüssigkeitsdruck in dem oben erwähnten Versorgungssystem (Ringleitungsdruck) gemessen werden. Bei dem anschließenden Appliziervorgang mit der erforderlichen genauen volumetrischen Dosierung dient die Drucküberwachung dann hauptsächlich zum Schutz von der Dosiereinheit nachgeschalteten Leitungen und Bauteilen vor unzulässig hohen Drücken und dadurch verursachten Schäden.

[0010] An dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Erfindung näher erläutert. Es handelt sich um ein gemolchtes A/B-System für die dosierte Versorgung eines elektrostatischen Rotationszerstäubers mit elektrisch leitfähigem Beschichtungsmaterial häufig wechselnder Farbe.

[0011] Das Beschichtungsmaterial wird dem Zerstäuber 1 von einer Farbversorgungseinheit 2 wie z.B. einem A/B-Farbwechsler zugeführt, der aus zwei Farbwechselventilanordnungen an sich üblicher Art bestehen kann, die zu einer nach dem bekannten A/B-Prinzip betriebenen Doppelfarbwechseleinheit zusammengesetzt sind. Die Farbventile FA und FB der Einheit 2 können an die üblichen (nicht dargestellten) Ringleitungen des Farbversorgungssystems angeschlossen sein.

[0012] An die beiden Ausgänge der Einheit 2 sind über je eine Molchstation 6A bzw. 6B gemolchte Schlauchleitungen 7A bzw. 7B aus Isolierwerkstoff angeschlossen, die über je eine weitere Molchstation 8A bzw. 8B jeweils in den Zylinder 12A bzw. 12B eines Kolbendosierers 10A

bzw. 10B führen. Der Kolben dieser Dosierer begrenzt den in dem Zylinder gebildeten Farbraum und ist von einem (nicht dargestellten) Dosierantrieb, beispielsweise einem von einem Servomotor angetriebenen Spindeltrieb, in dem Zylinder verschiebbar. Vorzugsweise sollen die mechanischen Bauteile des Kolbendosierers mindestens teilweise aus elektrisch isolierendem Werkstoff mit hohem Elastizitätsmodul wie namentlich Keramik bestehen, wie in der schon erwähnten DE 102 33 633 beschrieben ist, wonach der Zug- und/oder Biegeelastizitätsmodul des Werkstoffs größer sein soll als 10 GPa.

[0013] Aus dem Zylinder 12A bzw. 12B der Kolbendosierer 10A und 10B führt über je eine weitere Molchstation 28A bzw. 28B je eine weitere gemolchte Schlauchleitung 27A bzw. 27B zu je einer Molchstation 29A bzw. 29B innerhalb des Zerstäubers 1. Der Kolbendosierer 10A und seine Molchstationen 8A und 28A sind zweckmäßig zu einer kompakten Baueinheit zusammengefügt. Dasselbe gilt für den Kolbendosierer 10B.

[0014] Je nach Betriebsweise könnten die Molchstationen für die Aufnahme von einem oder mehreren Molchen ausgebildet sein.

[0015] Für die gesteuerten Verbindungen zwischen der Einheit 2, den Molchstationen, den Kolbendosierern und den Schlauchleitungen sind zweckmäßige Ventilanzordnungen an sich bekannter Art vorgesehen (nicht dargestellt).

[0016] Bei dem betrachteten Beispiel können die Kolbendosierer 10A und 10B an der Außenseite der bei 3 angedeuteten Wand der Sprühkabine angeordnet und mit dem Zerstäuber 1 über gemolchte Leitungen 27A, 27B verbunden sein, die durch den Arm und die bei 4 angedeutete Handachse eines Lackierroboters oder einer sonstigen Lackiermaschine hindurchgeführt sind. In anderen Fällen können die Kolbendosierer 10A und 10B stattdessen in oder an einem der Maschinenarme montiert sein wie bei dem in Fig. 2 der schon erwähnten DE 101 57 966 dargestellten System, von dem sich der Aufbau des hier beschriebenen A/B-Systems neben der Position der Kolbendosierer im Wesentlichen nur dadurch unterscheidet, dass die beiden Kolbendosierer 10A und 10B mit dem Zerstäuber 1 über die beiden gemolchten Leitungen 27A, 27B statt über eine gemeinsame Leitung verbunden sind. In weiterer Übereinstimmung mit Fig. 2 der DE 101 57 966 kann ein mit Potentialtrennung betriebener gesonderter Spülkreis (hier nicht dargestellt) vorgesehen sein, der einen weiteren Kolbendosierer beispielsweise der oben beschriebenen Art und eine weitere gemolchte Leitung enthält, über die als Spülmittel dienende Verdünnerflüssigkeit außerhalb der Leitungen 27A und 27B in den Zerstäuber 1 geleitet wird.

[0017] Im Betrieb kann von der Einheit 2 beispielsweise zunächst der Zylinder 12A durch Ringleitungsdruck mit einem durch automatisch gesteuerte Rückwärtsbewegung seines Kolbens genau eingestellten Volumen eines benötigten Farbmaterials befüllt werden. Eine gegen Ende dieses Vorgangs in der Leitung 7A verbliebene Restmenge des Farbmaterials kann mit einem aus der

Molchstation 6A kommenden Molch in den Zylinder 12A gedrückt werden. Nach Entleerung der Leitung 7A kann dann das Beschichtungsmaterial aus dem Zylinder 12A durch Vorwärtsbewegung des Kolbens durch die Leitung 27A zunächst bis zu dem Zerstäuber angedrückt und dann mit der von dem automatisch gesteuerten Kolbenantrieb bewirkten genauen Dosierung versprüht werden. Beispielsweise kann das Beschichtungsmaterial hierbei von dem Kolbendosierer 10A unter Füllung der gesamten Leitung 27A in den Zerstäuber gefördert werden. Die erforderliche Potentialtrennung zwischen der geerdeten Einheit 2 und dem Zerstäuber wird in diesem Fall durch die leere Leitung 7A bewirkt. Wenn auch der Kolbendosierer 10A außerhalb der Kabine geerdet werden soll, kann die Potentialtrennung durch Isolierstrecken vor und hinter einer begrenzten Farbsäule erreicht werden, die zwischen begrenzenden Molchen durch die Leitung 27A gefördert werden kann, wie in der DE 101 31 562 beschrieben ist. In allen Fällen sorgen die durch die Leitungen gedrückten Molche einerseits für die zur Isolierung erforderliche Entleerung und Reinigung der Leitung und andererseits für die Förderung von Spülmaterial durch die Leitung. In der selben Weise kann der Zerstäuber 1 von dem B-Kreis versorgt werden, wobei gemäß der bekannten A/B-Technik während des Versprühens einer ersten Farbe aus dem Kolbendosierer 10A eine zweite Farbe in den Kolbendosierer 10B geleitet und von dort bis zu dem Zerstäuber angedrückt werden kann.

[0018] In an sich bekannter Weise kann nach einem Beschichtungsvorgang im System verbliebenes Material in den Dosierzylinder und von dort in die jeweils angeschlossene Ringleitung zurückgedrückt und/oder zurückgemolcht werden.

[0019] Die Erfindung ist im Übrigen auch für Systeme nutzbar, bei denen keine Potentialtrennung erforderlich ist.

[0020] Für die Überwachung und Steuerung insbesondere mehrerer unterschiedlicher, außerhalb der Kolbendosierer wirkender Faktoren des Beschichtungssystems sind die Kolbendosierer 10A und 10B (und ggf. der Verdünnern liefernde Kolbendosierer des erwähnten gesonderten Spülkreises) mit einem Drucksensor DSA bzw. DSB versehen, der kontinuierlich den in dem Zylinder herrschenden Flüssigkeitsdruck misst und ein diesem Druck entsprechendes z.B. elektrisches Signal erzeugt. Beispielsweise kann der Drucksensor an den Zylinder 12A bzw. 12B mit der Molchstation 28A oder 8A bzw. 28B oder 8B verbindenden Farbkanal angeschlossen sein. Es ist aber auch möglich, den Druck des von der Dosiereinheit 10A bzw. 10B empfangenen und geförderten Materials ggf. je nach Funktion oder System stromaufwärts oder stromabwärts des Kolbendosierers zu messen. Von einer größeren Anzahl verschiedener Funktionen, für die das Signal der Drucksensoren genutzt werden kann, werden nachfolgend einige erläutert.

[0021] Eine erste Funktion des Drucksensors besteht in der Überwachung und Regelung des Befülldruckes des Kolbendosierers. Dies ist wichtig, wenn der Dosier-

zylinder bei der Zurückbewegung des Kolbens einerseits nicht mit Unterdruck in Bezug auf die Umgebung, andererseits aber mit nur geringem Überdruck möglichst nahe bei Null gefüllt werden soll, z.B. um maximale Druckdifferenz zu dem Ringleitungsdruck zu erreichen, mit dem das Befüllen bewirkt wird. Dieses Ziel kann beispielsweise durch entsprechende Steuerung der Geschwindigkeit des Kolbenantriebs zur Einstellung und Einhaltung eines gewünschten Drucksollwerts und ggf. Abschalten bei Unterschreiten einer Druckgrenze erreicht werden. Die Überwachung bzw. Regelung des Befülldruckes ist sowohl beim Befüllen aus der Ringleitung als auch beim Zurückdrücken von nicht verwendetem Material in den Dosierzylinder zweckmäßig. Hierbei kann die höchstmögliche Befüllgeschwindigkeit ausgenutzt werden.

[0022] Eine zweckmäßige Regelmöglichkeit ergibt sich ferner, wenn das Material dem Dosierzylinder von dessen Kolbenantrieb zum Andrücken bis zum Zerstäuber oder zum Zurückdrücken des Materials beispielsweise in eine Ringleitung entnommen wird, wobei jeweils der Druck mit zunehmender Befüllung der nachgeschalteten Schlauchleitung und in Abhängigkeit von der Kolbengeschwindigkeit (ggf. mit Schwankungen) ansteigt. Hierbei soll einerseits eine möglichst hohe Förderrate, d.h. möglichst kurze Förderzeit erreicht, andererseits aber ein insbesondere durch die Festigkeit der Schläuche oder anderer Bauteile vorgegebener Maximaldruck nicht überschritten werden. Um die in dem System unter Einhaltung der Druckgrenze mögliche Zeitersparnis voll auszunutzen, wird zunächst eine maximale Förderrate eingestellt oder eine Volumenregelung des geförderten Materials durchgeführt, also volumenkonstante Förderung, bis ein vorgegebener Druckgrenzwert erreicht wird. Sodann wird auf Druckregelung mit dem maximal zulässigen Druck unter Verwendung des Drucksensorsignals als Istwert umgeschaltet.

[0023] Eine ähnliche Regelmöglichkeit besteht auch beim Befüllen des Dosierzylinders aus der Ringleitung und beim Zurückdrücken nicht verbrauchten Farbmateri als vom Zerstäuber in den Dosierzylinder. Auch hier kann zunächst zur schnellstmöglichen Befüllung eine maximale Förderrate eingestellt oder eine Volumenregelung durchgeführt werden, bis von dem Drucksensor das Erreichen einer noch zulässigen unteren Druckgrenze (nahe Null) festgestellt wird, und dann auf Druckregelung zur Einhaltung des erreichten Druckwertes umgeschaltet werden.

[0024] Eine der mit dem Drucksensor ferner realisierbaren Überwachungsmöglichkeiten besteht darin, dass beispielsweise beim Andrückvorgang mit dem Drucksensor festgestellt wird, ob die durch Reibung insbesondere der Molche und aufgrund der Viskosität des geförderten Materials auftretenden Druckverluste im normalen Bereich liegen.

[0025] Mit dem Drucksensor kann beim Befüllen des Kolbendosierers auch der Ringleitungsdruck gemessen und überwacht werden, d.h. der Farbdruck in der beim Befüllen des Dosierzylinders über den Farbwechsler 2

jeweils angeschlossenen Ringleitung sowie dessen mögliche Schwankungen. Der Druck im Dosierzylinder entspricht nach Erreichen der Kolbenendstellung dem Ringleitungsdruck.

[0026] Ferner kann aus dem im Dosierzylinder gemessenen Druck die Viskosität des jeweiligen Beschichtungsmaterials ermittelt werden, da sich bei als bekannt und gegeben angenommenen sonstigen Systemparametern der Druck im Dosierzylinder nach allgemein bekannten physikalischen Gesetzmäßigkeiten (u.a. Hagen-Poiseullesches Gesetz) entsprechend der Viskosität ändert.

[0027] Der u.a. auf der Fördermenge und Viskosität des geförderten Materials beruhende Druck im Dosierzylinder kann sich insbesondere durch Nachgiebigkeit der gemolchten Schläuche und eventuell auch des Kolbendosierers unerwünscht ändern (DE 101 48 097, DE 102 33 633). Auch diese Druckänderungen können von dem Drucksensor gemessen werden, und aufgrund der Messungen kann z.B. durch entsprechende Steuerung des Kolbenantriebs eine Kompensation der "Schlauchatmung" oder sonstigen Systemweichheiten durchgeführt oder unterstützt werden.

[0028] Ferner kann mit dem Drucksensor auch die Länge oder das Volumen in dem System enthaltener Schläuche festgestellt und mit seinem Signal beispielsweise eine nach der Installation oder dem Austausch von Schläuchen festgestellte falsche Schlauchlänge kompensiert werden, wenn sich der gemessene Druck in definierter Weise mit der Schlauchlänge ändert.

[0029] Eine andere Möglichkeit zur Nutzung des Drucksensorsignals ist die Feststellung, dass ein Molch im Betrieb eine seiner Endstellungen erreicht. Wenn ein von dem Kolbendosierer beaufschlagter Molch z.B. gegen einen Anschlag in der Molchstation stößt, macht sich dies durch einen plötzlichen Druckanstieg im Dosierzylinder bemerkbar. Dadurch können in manchen Fällen die sonst aus bekannten Gründen notwendigen externen Molchsensoren eingespart werden, die auf Magnet- oder Eisenkerne der Molche ansprechen und insbesondere im Hochspannungsbereich elektrostatischer Zerstäuber beträchtlichen Aufwand erfordern. Mit dem die Molchendposition meldenden Signal des Drucksensors können zweckmäßig weitere Signale insbesondere zur Ventilsteuerung des Systems ausgelöst werden.

[0030] Während oder auch außerhalb des normalen Betriebes des Dosiersystems lassen sich mit dem Drucksensor kritische Eigenschaften des Systems und seiner Bestandteile ermitteln oder überprüfen. Ein wichtiges Beispiel hierfür ist die Feststellung des Zustands der verwendeten Molche, deren Funktion insbesondere durch Verschleiß beeinträchtigt wird. Fehlerhafte Molche können u.a. unzureichende Reinigung der Leitungen und damit nicht nur unerwünschte Verschmutzung des Farbmaterials, sondern auch unzureichende elektrische Isolierung bei der Potentialtrennung zur Folge haben. Wenn die Druckwerte, die bei einer im Betrieb oder zu Diagnosezwecken durchgeführten Molchfahrt durch eine der

Schlauchleitungen gemessen werden, von vorgegebenen Normalwerten abweichen, kann diese Abweichung als Maß für den Verschleißzustand des betreffenden Molches dienen.

5 [0031] Unabhängig von seinen sonstigen Diagnose-, Überwachungs- oder Steuerfunktionen dient der Drucksensor DSA, DSB stets zur Überdrucküberwachung des Systems, um z.B. die Gefahr von Beschädigungen der Schlauchleitungen oder anderer Bauteile des Systems durch unzulässig hohen Druck zuverlässig zu vermeiden. Das Drucksensorsignal kann als Steuer- oder Warnsignal und ggf. als Abschaltsignal und auch zur ständigen visuellen Druckanzeige verwendet werden.

10 [0032] Wenn es je nach Anwendungsfall erforderlich ist, kann der Drucksensor hochspannungsfest angeordnet oder ausgebildet sein, so dass er nicht durch die in elektrostatischen Beschichtungsanlagen erforderliche Hochspannung gestört wird und/oder seine Signale problemlos aus dem Hochspannungsbereich herausgeführt werden können.

Patentansprüche

- 25 1. Verfahren zur volumetrisch dosierten Materialversorgung einer Beschichtungsvorrichtung (1) in einer Anlage für die automatisch gesteuerte Serienbeschichtung von Werkstücken, bei dem das von der Beschichtungsvorrichtung (1) zu applizierende Beschichtungsmaterial und/oder ein Spülmaterial zunächst in einen Zylinder (12A, 12B) einer Dosiereinheit (10A, 10B) geleitet und dann durch eine insbesondere gemolchte Leitung (27A, 27B) der Beschichtungsvorrichtung (1) zugeführt wird,

30 wobei in dem Zylinder (12A, 12B) ein Kolben von einem gesteuerten Antrieb zum Befüllen oder Entleeren des Zylinders (12A, 12B) mit einer vorbestimmten Menge des Beschichtungs- oder Spülmaterials bewegt wird,

35 und wobei das Beschichtungsmaterial mit der von dem Kolbenantrieb bewirkten genauen volumetrischen Dosierung appliziert wird,

40 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck des in dem Zylinder (12A, 12B) der Dosiereinheit (10A, 10B) befindlichen oder dem Zylinder zugeführten oder entnommenen Beschichtungs- oder Spülmaterials von einem Drucksensor (DSA, DSB) gemessen wird, der ein dem Druck entsprechendes Messsignal erzeugt,

45 und **dass** in Abhängigkeit von dem Messsignal ein oder mehrere Betriebsparameter der Beschichtungsanlage überwacht und/oder gesteuert werden.
- 50 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Abhängigkeit von dem Messsignal die Geschwindigkeit des Kolbenantriebs der Dosiereinheit (10A, 10B) gesteuert oder abgeschaltet wird, wenn der Zylinder (12A, 12B) befüllt wird

und/oder wenn aus ihm Material in ein Versorgungssystem zurückgedrückt oder nur bis zu der Beschichtungsvorrichtung (1) angedrückt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolbenantrieb im geschlossenen Regelkreis zur Einstellung des Drucks entsprechend einem Sollwert geregelt wird. 5
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Materialförderung beim Herausdrücken des Materials aus der Dosiereinheit (10A, 10B) und/oder beim Einleiten des Materials in die Dosiereinheit zunächst eine maximale Förderrate eingestellt oder eine Regelung des Fördervolumens durchgeführt wird, bis ein Druckgrenzwert erreicht wird, und anschließend die Druckregelung durchgeführt wird. 10
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Messsignal der Druck und/oder Druckschwankungen des Materials in dem Versorgungssystem ermittelt werden, aus dem die Dosiereinheit (10A, 10B) befüllt wird. 15
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Messsignal die Viskosität des Materials ermittelt wird, mit dem die Dosiereinheit (10A, 10B) befüllt wird. 20
7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Messsignal durch Molchreibung in der Leitung (7A, 7B, 27A, 27B) und/oder durch die Viskosität des geförderten Materials verursachte Druckverluste ermittelt werden. 25
8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Messsignal ein Steuersignal für die Kompensation von Druckänderungen gewonnen wird, die auf Änderungen von Systembestandteilen wie z.B. der Nachgiebigkeit und/oder der Länge oder des Volumens einer Schlauchleitung (7A, 7B, 27A, 27B) und/oder eines sonstigen Bestandteils des Dosiersystems beruhen. 30
9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Messsignal ein die Molchposition meldendes Sensorsignal erzeugt wird, wenn ein von der Dosiereinheit (10A, 10B) beaufschlagter Molch gegen einen Anschlag stößt. 35
10. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Messsignal der Verschleißzustand eines durch die Leitung (7A, 7B, 27A, 27B) geförderten Molches ermittelt wird. 40
11. Versorgungssystem zur volumetrisch dosierten Materialversorgung einer Beschichtungsvorrichtung (1) 45

in einer Anlage für die automatisch gesteuerte Serienbeschichtung von Werkstücken mit einer insbesondere molchbaren Leitung (27A, 27B), durch die das Beschichtungsmaterial und/oder ein Spülmateriale der das Beschichtungsmaterial applizierenden Beschichtungsvorrichtung (1) zuführbar ist, und mit einer Dosiereinheit (10A, 10B), die einen Zylinder (12A, 12B) zur Aufnahme des der Leitung (27A, 27B) zuzuführenden Beschichtungs- oder Spülmateriale enthält, in dem ein Kolben von einem gesteuerten Antrieb zum Befüllen oder Entleeren des Zylinders (12A, 12B) mit einer vorbestimmten Menge des Materials bewegbar ist, wobei das Beschichtungsmaterial mit der von dem Kolbenantrieb bewirkten genauen volumetrischen Dosierung appliziert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein den Druck des in dem Zylinder (12A, 12B) der Dosiereinheit (10A, 10B) befindlichen oder dem Zylinder zugeführten oder entnommenen Beschichtungs- und Spülmateriale messender Drucksensor (DSA, DSB) vorgesehen ist, der ein dem Druck entsprechendes Messsignal erzeugt, und **dass** eine Einrichtung vorgesehen ist, mit der in Abhängigkeit von dem Messsignal des Drucksensors (DSA, DSB) ein oder mehrere Betriebsparameter der Beschichtungsanlage überwacht und/oder gesteuert werden.

12. Versorgungssystem nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben der Dosiereinheit (10A, 10B) über einen Spindelantrieb oder ein anderes Getriebe von einem umsteuerbaren Servomotor angetrieben wird. 30

13. Dosiereinheit (10A, 10B) für ein System nach Anspruch 11 oder 12 mit einem Zylinder (12A, 12B), einem von einem gesteuerten Motor angetriebenen oder antreibbaren Kolben und einem Anschluss für einen den Flüssigkeitsdruck in dem Zylinder (12A, 12B) messenden Drucksensor (DSA, DSB). 35

14. Dosiereinheit nach Anspruch 13 mit mindestens einer angebauten Molchstation (8A, 28A, 8B, 28B). 40

15. Dosiereinheit nach Anspruch 13 oder 14, deren Zylinder (12A, 12B) aus Keramikmaterial oder anderem Isolierwerkstoff mit einem Zug- und/oder Biegeelastizitätsmodul gebildet ist, der größer ist als 10 GPa. 45

Claims

1. Method of volumetrically metered supply of material to a coating device (1) in an installation for the automatically controlled series coating of workpieces, in which the coating material to be applied by the coating device (1) and/or a flushing material is first of all 50

- led into a cylinder (12A, 12B) of a metering unit (10A, 10B) and is then delivered to the coating device (1) via line (27A, 27B) which is in particular pigged, wherein in the cylinder (12A, 12B) a piston is moved by a controlled drive for filling or emptying the cylinder (12A, 12B) with a predetermined quantity of the coating or flushing material, and wherein the coating material is applied with the precise volumetric metering effected by the piston drive, **characterised in that** the pressure of the coating or flushing material which is located in the cylinder (12A, 12B) of the metering unit (10A, 10B) or delivered to the cylinder or removed from the cylinder is measured by a pressure sensor (DSA, DSB) which generates a measurement signal corresponding to the pressure, and that one or several operating parameter(s) is (are) monitored and/or controlled as a function of the measurement signal.
2. Method as claimed in Claim 1, **characterised in that** the speed of the piston drive of the metering unit (10A, 10B) is controlled or switched off as a function of the measurement signal when the cylinder (12A, 12B) is filled and/or when material from it is forced back into a supply system or is forced only as far as the coating device (1).
 3. Method as claimed in Claim 2, **characterised in that** in the closed feedback loop the piston drive is adjusted for setting of the pressure according to a desired value.
 4. Method as claimed in Claim 3, **characterised in that** for conveying material during forcing out of the material from the metering unit (10A, 10B) and/or during introduction of the material into the metering unit first of all a maximum conveying rate is set or an adjustment of the conveying volume is carried out until a limiting value for pressure is reached and then the pressure regulation is carried out.
 5. Method as claimed in Claim 1, **characterised in that** the pressure and/or pressure fluctuations of the material in the supply system from which the metering unit (10A, 10B) is filled is determined from the measurement signal.
 6. Method as claimed in Claim 1, **characterised in that** the viscosity of the material with which the metering unit (10A, 10B) is filled is determined from the measurement signal.
 7. Method as claimed in Claim 1, **characterised in that** pressure losses caused by pig friction in the line (7A, 7B, 27A, 27B) and/or by the viscosity of the conveyed material are determined from the measurement signal.
 8. Method as claimed in Claim 1, **characterised in that** a control signal is obtained from the measurement signal for the compensation of changes in pressure which are due to changes of system components such as for example the flexibility and/or the length or the volume of a hose line (7A, 7B, 27A, 27B) and/or of some other component of the metering system.
 9. Method as claimed in Claim 1, **characterised in that** a sensor signal which reports the pig position is generated from the measurement signal when a pig which is acted on by the metering unit (10A, 10B) strikes a stop.
 10. Method as claimed in Claim 1, **characterised in that** the state of wear of a pig conveying through the line (7A, 7B, 27A, 27B) is determined from the measurement signal.
 11. Supply system for the volumetrically metered supply of material to a coating device (1) in an installation for the automatically controlled series coating of workpieces with a line (27A, 27B) which is in particular piggable and through which the coating material and/or a flushing material can be delivered to the coating device (1) which applies the coating material, and with a metering unit (10A, 10B) which includes a cylinder (12A, 12B) to receive the coating or flushing material to be delivered to the line (27A, 27B) and in which a piston can be moved by a controlled drive for filling or emptying the cylinder (12A, 12B) with a predetermined quantity of the material, wherein the coating material is applied with the precise volumetric metering effected by the piston drive, **characterised in that** a pressure sensor (DSA, DSB) is provided which measures the pressure of the coating and flushing material located in the cylinder (12A, 12B) of the metering unit (10A, 10B) or delivered to the cylinder or removed from the cylinder and which generates a measurement signal corresponding to the pressure, and that a means is provided by which one or several operating parameter(s) of the coating installation is (are) monitored and/or controlled as a function of the measurement signal of the pressure sensor (DSA, DSB).
 12. Supply system as claimed in Claim 11, **characterised in that** the piston of the metering unit (10A, 10B) is driven by a reversible servomotor via a spindle drive or another gear unit.
 13. Metering unit (10A, 10B) for a system as claimed in Claim 11 or 12 with a cylinder (12A, 12B), a piston which is or can be driven by a controlled motor, and a connection for a pressure sensor (DSA, DSB) which measures the fluid pressure in the cylinder (12A, 12B).

14. Metering unit as claimed in Claim 13 with at least one attached pigging station (8A, 28A, 8B, 28B).
15. Metering unit as claimed in Claim 13 or 14, in which the cylinder (12A, 12B) is made from ceramic material or other insulating material with a modulus of elasticity in tension and/or a flexural modulus of elasticity which is greater than 10 GPa.

Revendications

1. Procédé d'alimentation en matériau dosée de façon volumétrique d'un dispositif de revêtement (1) dans une installation pour le revêtement en série de pièces commandé de façon automatique, dans lequel le matériau de revêtement destiné à être appliqué par le dispositif de revêtement (1) et/ou un matériau de rinçage sont acheminés tout d'abord dans un cylindre (12A, 12B) d'une unité de dosage (10A, 10B) et ensuite amenés à travers une conduite particulièrement raclée (27A, 27B) au dispositif de revêtement (1),
un piston étant déplacé dans le cylindre (12A, 12B) par un entraînement commandé pour remplir ou vider le cylindre (12A, 12B) d'une quantité prédéfinie du matériau de revêtement ou de rinçage, et le matériau de revêtement étant appliqué selon le dosage volumétrique précis réalisé par l'entraînement du piston,
caractérisé en ce que la pression du matériau de rinçage ou de revêtement situé dans le cylindre (12A, 12B) de l'unité de dosage (10A, 10B) ou amené au cylindre ou prélevé de celui-ci est mesurée par un capteur de pression (DSA, DSB), qui génère un signal de mesure correspondant à la pression, et **en ce qu'un** ou plusieurs paramètres de l'installation de revêtement sont surveillés et/ou commandés en fonction du signal de mesure.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la vitesse de l'entraînement du piston de l'unité de dosage (10A, 10B) est commandée ou mise hors service en fonction du signal de mesure, lorsque le cylindre (12A, 12B) est rempli et/ou lorsque le matériau est repoussé de celui-ci dans un système d'alimentation ou seulement pressé jusqu'au dispositif de revêtement (1).
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'entraînement de piston est régulé dans le circuit de régulation fermé pour régler la pression en fonction d'une valeur théorique.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** pour acheminer le matériau, lorsque le matériau est extrait par pression de l'unité de dosage (10A, 10B) et/ou lorsque le matériau est introduit

dans l'unité de dosage, on règle tout d'abord une vitesse d'acheminement maximale ou on régule le volume d'acheminement jusqu'à avoir atteint une valeur seuil de pression, et ensuite on régule la pression.

5. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pression et/ou les variations de pression du matériau dans le système d'alimentation, à partir duquel est remplie l'unité de dosage (10A, 10B), sont déterminées à partir du signal de mesure.
6. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la viscosité du matériau dont est remplie l'unité de dosage (10A, 10B) est déterminée à partir du signal de mesure.
7. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les pertes de pression provoquées par le frottement du racleur dans la conduite (7A, 7B, 27A, 27B) et/ou par la viscosité du matériau acheminé sont déterminées à partir du signal de mesure.
8. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** signal de commande pour compenser les variations de pression qui reposent sur les variations des composants du système, comme par exemple la déformabilité et/ou la longueur ou le volume d'une conduite de tuyaux (7A, 7B, 27A, 27B) et/ou d'un autre composant du système de dosage, est obtenu à partir du signal de mesure.
9. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** signal de capteur annonçant la position du racleur est généré à partir du signal de mesure lorsqu'un racleur alimenté par l'unité de dosage (10A, 10B) heurte une butée.
10. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'état d'usure d'un racleur acheminé à travers la conduite (7A, 7B, 27A, 27B) est déterminé à partir du signal de mesure.
11. Système d'alimentation pour l'alimentation en matériau dosée de façon volumétrique d'un dispositif de revêtement (1) dans une installation pour le revêtement en série de pièces commandé automatiquement, comprenant une conduite particulièrement raclée (27A, 27B), à travers laquelle le matériau de revêtement et/ou un matériau de rinçage peuvent être amenés au dispositif de revêtement (1) appliquant le matériau de revêtement, et comprenant une unité de dosage (10A, 10B) qui contient un cylindre (12A, 12B) destiné à recevoir le matériau de revêtement ou de rinçage destiné à être amené à la conduite (27A, 27B), dans lequel un piston peut être déplacé par un entraînement commandé pour remplir ou vider le cylindre (12A, 12B) d'une

quantité prédéfinie du matériau,
le matériau de revêtement étant appliqué avec le
dosage volumétrique précis réalisé par l'entraîne-
ment de piston,

caractérisé en ce qu'il est prévu un capteur de pres- 5
sion (DSA, DSB) mesurant la pression du matériau
de revêtement et de rinçage situé dans le cylindre
(12A, 12B) de l'unité de dosage (10A, 10B) ou amené
au cylindre ou prélevé de celui-ci, qui génère un si- 10
gnal de mesure correspondant à la pression, et **en**
ce qu'il est prévu un système surveillant et/ou com-
mandant un ou plusieurs paramètre(s) de l'installa-
tion de revêtement en fonction du signal de mesure
du capteur de pression (DSA, DSB).

15

12. Système d'alimentation selon la revendication 11,
caractérisé en ce que le piston de l'unité de dosage
(10A, 10B) est entraîné par l'intermédiaire d'une
commande de broche ou d'une autre transmission
par un servomoteur pouvant être inversé. 20

13. Unité de dosage (10A, 10B) pour un système selon
la revendication 11 ou 12, comprenant un cylindre
(12A, 12B) un piston entraîné ou pouvant être en- 25
traîné par un moteur commandé et un raccordement
pour un capteur de pression (DSA, DSB) mesurant
la pression de fluide dans le cylindre (12A, 12B).

14. Unité de dosage selon la revendication 13, compre- 30
nant au moins un poste de raclage (8A, 28A, 8B,
28B) rajouté.

15. Unité de dosage selon la revendication 13 ou 14,
dont le cylindre (12A, 12B) est formé d'un matériau
céramique ou d'un autre matériau isolant présentant 35
un module d'élasticité en traction et/ou flexion qui
est supérieur à 10 GPa.

40

45

50

55

