

(19)



(11)

**EP 2 246 457 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**06.12.2017 Patentblatt 2017/49**

(51) Int Cl.:  
**C23C 4/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **10003319.0**

(22) Anmeldetag: **27.03.2010**

(54) **Verfahren zum Aufräumen einer Metalloberfläche, insbesondere einer Zylinderwandung eines Kurbelgehäuses**

Method for roughening a metal surface, in particular a cylinder wall of a crankcase

Procédé de dépolissage d'une surface métallique, notamment d'une paroi cylindrique d'un carter

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **30.04.2009 DE 102009019674**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**03.11.2010 Patentblatt 2010/44**

(73) Patentinhaber: **Bayerische Motoren Werke  
Aktiengesellschaft  
80809 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Wagener, Wolfram, Dr.  
34305 Niedenstein (DE)**  
• **Bartholomie, Georg  
84100 Niederaichbach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A2-02/02845 DE-A1-102004 038 176**

**EP 2 246 457 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1. Ein derartiges Verfahren ist aus der WO 02/02845 A2 bekannt.

Zum relevanten Stand der Technik zählen ferner die EP 568315 B1, US 5626674 sowie die US 5380564. Bei den dort beschriebenen

**[0002]** Verfahren geht es darum, Zylinderlaufflächen von Kurbelgehäusen durch Bestrahlen mit einem Hochdruckstrahl aus reinem Wasser aufzurauen. Die Zylinderlaufflächen werden durch den Hochdruckwasserstrahl erodiert, wobei weiche Gefügephasen aus der Oberfläche herausgewaschen werden. Ergebnis dieses Erosionsprozesses ist eine im Vergleich zum Ausgangszustand raue Oberfläche mit Hinterschneidungen und Kanälen, die dann optimal für eine anschließende Beschichtung mit einem Beschichtungsmaterial geeignet ist, wobei durch die "Hinterschneidungen" eine sehr gute Haftung der Beschichtung auf dem darunter befindlichen Material erreicht wird.

Die in den oben genannten Dokumenten beschriebenen Verfahren arbeiten, wie bereits erwähnt, mit reinem Wasser. Aufgrund der hohen kinetischen Energie mit der der Hochdruckwasserstrahl auf die Zylinderlaufflächen auftrifft, erwärmt sich das Kurbelgehäuse auf eine Temperatur im Bereich zwischen 50°C und 90°C, wobei das Wasser zumindest teilweise verdampft. Um den Wasserstrahl hinreichend stark zu beschleunigen, so dass die Zylinderlaufflächen bis in eine Tiefe von 50 - 100 µm "zerfurcht" werden, ist ein sehr hoher Pumpendruck und ein in Relation zu dem Druckniveau großer Volumenstrom erforderlich.

Derzeit bieten nur einige wenige Pumpenhersteller Pumpen an, welche die erforderlichen Drücke von 250 - 350 MPa (2500 - 3500 bar) bei einem Volumenstrom von 10 - 25 Liter/min erzeugen können. Dementsprechend teuer ist nicht nur die Pumpentechnik an sich, sondern auch die Wiederaufbereitung des Volumens des verwendeten Wassers. Zur Herausfilterung der erosiv abgetragenen Metallpartikel aus dem Wasser werden nämlich Filter benötigt, die Partikel in der Größenordnung von einem Durchmesser von 1 µm herausfiltern können.

Aufgabe der Erfindung ist es, das an sich bekannte Verfahren zum Aufrauen von Metalloberflächen so zu modifizieren, dass es kostengünstiger und mit einem geringeren technischen Aufwand durchführbar ist.

**[0003]** Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 8 definiert. Das Grundprinzip der Erfindung besteht darin, anstatt mit reinem oder im Wesentlichen reinem Wasser mit einem Gemisch aus Wasser und einer Substanz in Form einer Natronlauge zu arbeiten, die mit der aufzurauhenden Metalloberfläche chemisch reagiert bzw. diese "angreift". Zusätzlich zu einer rein mechanischen, d.h. erosiven bzw. abrasiven Aufrauung mittels

eines Hochdruckwasserstrahls erfolgt eine zusätzliche, auf chemischen Vorgängen beruhende Aufrauung der Metalloberfläche. Ein ganz wesentlicher, sich hieraus ergebender Vorteil ist darin zu sehen, dass im Vergleich zu den herkömmlichen Verfahren mit geringeren Drücken gearbeitet werden kann, wodurch sich die Investitionskosten für die Pumpentechnik verringern. Je nach Art und Konzentration der dem Wasser zugegebenen Substanz kann das Druckniveau des Hochdruckwasserstrahls auf 100 bis 250 MPa (1000 bis 2500 bar) abgesenkt werden, ohne dass sich dadurch die "Aufrauleistung" bzw. "Aufrauqualität" gegenüber herkömmlichen Verfahren verschlechtert.

**[0004]** Sehr gute Ergebnisse lassen sich dadurch erzielen, dass dem verwendeten Wasser Natronlauge (NaOH) z.B. in einer Konzentration zugesetzt wird, mit der sich ein Laugenanteil im Bereich zwischen 0,001 % bis 7 % des Gesamtgemischs ergibt.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung wird die Metalloberfläche nach dem Aufrauhvorgang sorgfältig von Laugenrückständen befreit. Die Entfernung von Laugenrückständen kann beispielsweise durch Abspülen mit niedrigem Druck mit reinem Wasser erfolgen.

Alternativ oder ergänzend zur Zugabe einer Lauge kann dem Wasser auch ein "Flussmittel" zugesetzt werden. Sogenannte Flussmittel sind aus der Löttechnik bekannt. Sie werden auf das Werkstück aufgetragen, um beim Löten eine gute Verbindung zwischen dem Lotmaterial und dem Material des Werkstücks zu erreichen. Dieses Prinzip kann auch beim Aufrauen von Metalloberflächen mittels eines Hochdruckwasserstrahls eingesetzt werden. Nach dem Abstrahlen der aufzurauhenden Metalloberfläche und der Trocknung und Abkühlung der Oberfläche verbleiben Reste des dem zum Abstrahlen verwendeten Wassers zugesetzten Flussmittels auf der Metalloberfläche zurück.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung wird die Metalloberfläche nach dem Aufrauen mittels eines thermischen Beschichtungsverfahrens beschichtet. Ein geeignetes, bekanntes Beschichtungsverfahren ist z.B. das Lichtbogendrahtspritzverfahren, bei dem mittels eines Lichtbogens energiereiche Metallpartikel auf die zu beschichtende Oberfläche "geschossen" werden. Aufgrund der beim Auftreffen der Metallpartikel abzubauenen kinetische Energie bzw. aufgrund der hierbei lokal entstehenden hohen Drücke kommt es zum einem starken Temperaturanstieg, was dazu führt, dass die Flussmittelrückstände mit dem Material der Metalloberfläche (z.B. Aluminium bzw. Aluminium-Legierung) chemisch reagieren, was zu einer Entoxidierung der Metalloberfläche und im Ergebnis zu einer oxidarmen Verbindung zwischen dem Beschichtungsmaterial (z.B. Fe-Legierungen oder Al-Legierungen) und dem Material des Werkstücks (z.B. Aluminium) führt.

**[0005]** Als "Flussmittel" kann z.B. das von der Solvay Fluor GmbH unter dem Markennamen "Nocoloc" hergestellte Flussmittel verwendet werden. Das Flussmittel kann dem zum Aufrauen verwendeten Wasser in einer

Konzentration zwischen z.B. 0,01 % und 10 % zugegeben werden.

**[0006]** Dem zum Aufrauen verwendeten Wasser wird ferner ein Farbstoff zugegeben. Beispielsweise können Farbpigmente in einer Größenordnung zwischen 0,01  $\mu\text{m}$  und 1  $\mu\text{m}$  in einer Konzentration von bis zu 15 % dem Wasser zugegeben werden. Die Zugabe von Farbstoff ermöglicht dann in einfacher Weise eine Kontrolle, ob sich die dem Wasser zugesetzte Lauge bzw. das dem Wasser zusätzlich zugesetzte Flussmittel gleichmäßig auf der aufzurauhenden bzw. aufgerauhten Metalloberfläche verteilt hat.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufrauen einer Metalloberfläche, insbesondere einer Zylinderwandung eines Kurbelgehäuses, wobei

- die Metalloberfläche durch Besprühen mit einem Hochdruckflüssigkeitsstrahl mechanisch aufgerauht wird und
- als Flüssigkeit ein Gemisch aus Wasser und einer Substanz verwendet wird, das bzw. die mit der Metalloberfläche chemisch reagiert,

### dadurch gekennzeichnet, dass

- das Aufrauen ein mechanisches und chemisches Aufrauen ist, wobei die Substanz eine Natronlauge (NaOH) ist und
- dem Wasser ein Farbstoff zugegeben wird, wodurch kontrolliert wird, ob die dem Wasser zugegebene Natronlauge sich gleichmäßig auf der aufzurauhenden Metalloberfläche verteilt hat.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei der Natronlauge (NaOH) um eine konzentrierte Natronlauge handelt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Aufrauen der Metalloberfläche Reste der dem Wasser zugesetzten Natronlauge mit reinem Wasser von der Metalloberfläche entfernt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochdruckflüssigkeitsstrahl einen Druck von bis zu 350 MPa (3500 bar), insbesondere einen Druck im Bereich zwischen 100 und 250 MPa (1000 bar und 2500 bar) aufweist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gemisch zusätzlich ein Flussmittel enthält.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem mechanischen Aufrauen Flussmittel auf der aufgerauhten Metalloberfläche zurückbleibt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metalloberfläche nach dem Aufrauen mittels eines thermischen Beschichtungsverfahrens mit einer Oberflächenbeschichtung versehen wird, wobei es bei der hierbei an der Metalloberfläche auftretenden Temperatur zu einer chemischen Reaktion des auf der Metalloberfläche verbliebenen Flussmittels mit dem Werkstoff der Metalloberfläche kommt, insbesondere zu einer Entoxidierung der Metalloberfläche und zu einer oxidarmen Verbindung zwischen dem Beschichtungsmaterial und der Metalloberfläche.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Beschichtungsverfahren Laserspritzen zum Einsatz kommt, insbesondere ein thermisches Beschichtungsverfahren wie das Plasma- oder Lichtbogenlaserspritzen.

## Claims

1. A method for roughening a metal surface, especially a cylinder wall of a crankcase, wherein

- the metal surface is mechanically roughened by spraying with a high-pressure liquid jet, and
- as liquid a mixture of water and a substance which chemically reacts with the metal surface is used,

### characterised in that

- the roughening is mechanical and chemical roughening, with the substance being a sodium hydroxide solution (NaOH), and
- a dye is added to the water, by means of which it is checked whether the sodium hydroxide solution added to the water has been distributed uniformly on the metal surface to be roughened.

2. A method according to Claim 1, **characterised in that** the sodium hydroxide solution (NaOH) is a concentrated sodium hydroxide solution.

3. A method according to one of Claims 1 or 2, **characterised in that** after the roughening of the metal surface remnants of the sodium hydroxide solution added to the water are removed from the metal surface with pure water.

4. A method according to one of Claims 1 to 3,  
**characterised in that** the high-pressure liquid jet is at a pressure of up to 350 MPa (3500 bar), especially a pressure in the range between 100 and 250 MPa (1000 bar and 2500 bar).
5. A method according to one of Claims 1 to 4,  
**characterised in that** the mixture additionally contains a flux.
6. A method according to Claim 5,  
**characterised in that** after the mechanical roughening flux remains behind on the roughened metal surface.
7. A method according to one of Claims 5 or 6,  
**characterised in that** the metal surface after the roughening is provided with a surface coating by means of a thermal coating process, with a chemical reaction of the flux remaining on the metal surface with the material of the metal surface occurring at the temperature which occurs at the metal surface in this case, especially with deoxidation of the metal surface and a low-oxide join between the coating material and the metal surface occurring.
8. A method according to Claim 7,  
**characterised in that** laser spraying is used as the coating process, especially a thermal coating process such as plasma or arc wire spraying.

## Revendications

1. Procédé permettant de rendre rugueuse ou décaper une surface métallique, en particulier une paroi cylindrique d'un carter de moteur, selon lequel :
  - la surface métallique est rendue mécaniquement rugueuse par pulvérisation avec un jet de liquide haute pression, et
  - en tant que liquide on utilise un mélange d'eau et d'une substance qui réagit chimiquement avec la surface métallique,**caractérisé en ce que**
  - le décapage est un décapage mécanique et chimique, la substance réactive étant une solution de soude (NaOH), et
  - une substance colorée est ajoutée à l'eau de façon à permettre de contrôler si la solution de soude ajoutée à l'eau se répartie uniformément sur la surface métallique à rendre rugueuse.
2. Procédé conforme à la revendication 1,  
**caractérisé en ce que** la solution de soude (NaOH) est une solution de sou-

de concentrée.

3. Procédé conforme à l'une des revendications 1 et 2,  
**caractérisé en ce qu'** après le décapage de la surface métallique les résidus de la solution de soude ajoutée à l'eau sont éliminés de la surface métallique avec de l'eau pure.
4. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 3,  
**caractérisé en ce que** le jet de liquide haute pression présente une pression allant jusqu'à 350 MPa (3500 bar), et en particulier une pression située dans la plage comprise entre 100 et 250 MPa (1000 bar et 2500 bar).
5. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 4,  
**caractérisé en ce que** le mélange renferme en outre un fondant.
6. Procédé conforme à la revendication 5,  
**caractérisé en ce qu'** après le décapage mécanique, le fondant reste sur la surface métallique rendue rugueuse.
7. Procédé conforme à la revendication 5 ou 6,  
**caractérisé en ce qu'** après le décapage, la surface métallique est équipée d'un revêtement de surface par un procédé de revêtement thermique, et il se produit à la température alors présente sur la surface métallique, une réaction chimique entre le fondant restant sur cette surface métallique et le matériau de celle-ci, en particulier une désoxydation de la surface métallique et une liaison pauvre en oxyde entre le matériau de revêtement et la surface métallique.
8. Procédé conforme à la revendication 7,  
**caractérisé en ce qu'** en tant que procédé de revêtement on met en oeuvre une pulvérisation laser, en particulier un procédé de revêtement technique tel qu'une projection par plasma ou par projection au fil à l'arc électrique.

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- WO 0202845 A2 [0001]
- EP 568315 B1 [0001]
- US 5626674 A [0001]
- US 5380564 A [0001]