

(19)



(11)

EP 2 165 804 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.03.2010 Patentblatt 2010/12

(51) Int Cl.:
B24B 5/36 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09171146.5**

(22) Anmeldetag: **23.09.2009**

(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

(72) Erfinder: **Grune, Dieter**
06785 Schleesen (DE)

(30) Priorität: **23.09.2008 DE 102008048566**

(74) Vertreter: **Schramm, Michael et al**
Bettinger Schneider Schramm,
Patent- und Rechtsanwälte,
Postfach 86 02 67
81629 München (DE)

(71) Anmelder: **Grune, Dieter**
06785 Schleesen (DE)

(54) Schleifmaschine für die Oberflächenbearbeitung von Rohren

(57) Die Erfindung betrifft eine Schleifanlage für die Oberflächenbearbeitung von Rohren, insbesondere von Rohrenden, welche eine Klemmvorrichtung (10) zur Fixierung der Schleifanlage am Rohrende eines Rohres (2), und ein an der Klemmvorrichtung (10) angeordnetes Schleifsystem (5) mit mindestens einem Schleifer (20) aufweist, wobei der Schleifer (20) entlang einer ersten Achse (A, A'), entlang einer zweiten Achse (R, R') und

entlang einer dritten Achse (T, T') relativ zur Klemmvorrichtung (10) bewegbar ist.

In einem Oberflächenvermessungsschritt wird ein zu bearbeitendes Ausschnitt einer Rohroberfläche vermessen, in einem Berechnungsschritt werden Bearbeitungswerte aus den Messwerten ermittelt, und in einem Oberflächenbearbeitungsschritt wird der vermessene Ausschnitt der Rohroberfläche anhand der Bearbeitungswerte bearbeitet.

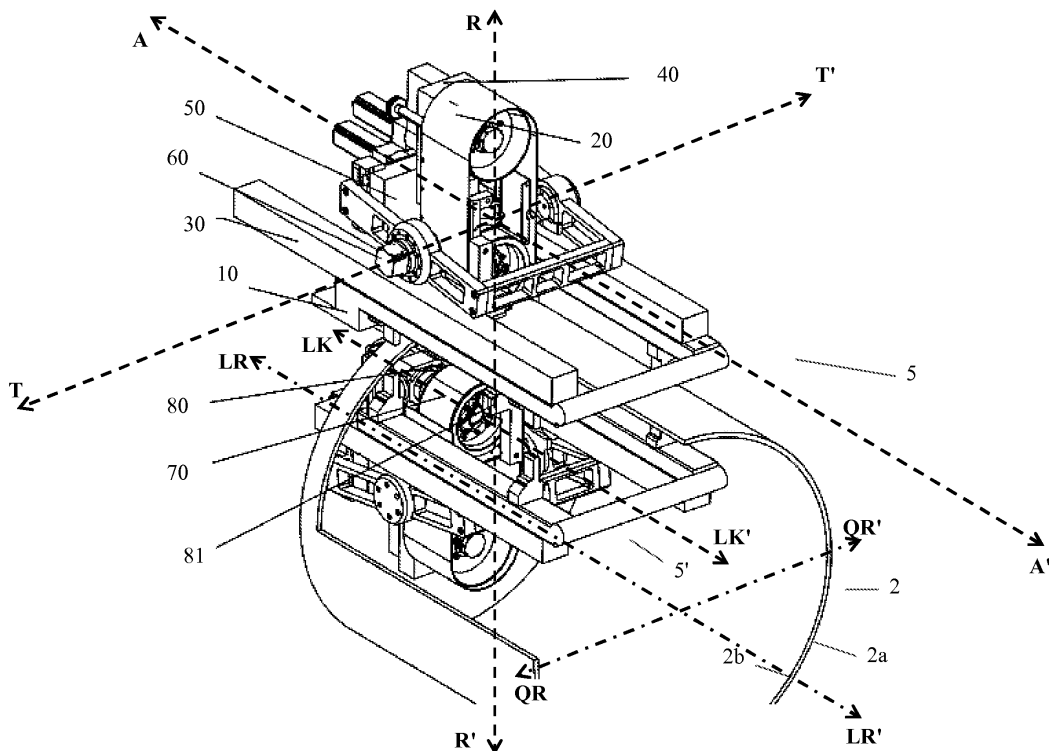


Fig. 1

EP 2 165 804 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schleifanlage für die Oberflächenbearbeitung von Rohren, insbesondere von Rohrenden. Die Erfindung betrifft insbesondere eine Schleifanlage für das Abtragen einer an der Rohroberfläche überstehenden Schweißnaht.

[0002] Rohre werden häufig aus Blech gebogen, wobei die aufeinander stoßenden Blechenden in Längsrichtung miteinander verschweißt werden. Dabei können Nahtüberhöhungen entstehen, welche vollständig entfernt werden müssen, mit der Maßgabe, dass keine Nahtkanten zurückbleiben. Um einzelne Rohrsegmente miteinander zu einem längeren Rohr zu verbinden, werden die Rohrsegmente miteinander verschweißt. Das Verschweißen der Rohrsegmente miteinander erfolgt dabei durch rundum laufende Schweißautomaten. Um zu verhindern, dass die Schweißautomaten an den Nahtüberhöhungen der Rohrsegmente, insbesondere in den Endbereichen der Rohrsegmente, aus der Schweißbahn gebracht werden, müssen die Nahtüberhöhungen zumindest an den Rohrenden der Rohrsegmente abgetragen werden.

[0003] Es ist bekannt, Schleifsysteme einzusetzen, welche durch einen auf dem Rohr umlaufenden Antrieb um das Rohr bewegt werden und während des Umlaufs die Nahtüberhöhungen abtragen. Nachteilig hierbei ist, dass durch den auf dem Rohr umlaufenden Antrieb Ungenauigkeiten des Rohrs auf das Schleifsystem übertragen werden und damit das Schleifergebnis negativ beeinflussen. Dies erfordert unter Umständen mehrere Schleifvorgänge, um ein gewünschtes Schleifergebnis zu erreichen.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Schleifanlage für die Oberflächenbearbeitung von Rohren, insbesondere von Rohrenden, zu schaffen, mit welcher hochpräzise Schleifnähte erzeugt werden können, ohne dass Ungenauigkeiten des Rohrs das Schleifergebnis beeinflussen.

[0005] Demnach wird eine Schleifanlage für die Oberflächenbearbeitung von Rohren, insbesondere von Rohrenden bereitgestellt, welche eine Klemmvorrichtung zur Fixierung der Schleifanlage am Rohrende eines Rohres, und ein an der Klemmvorrichtung angeordnetes Schleifsystem mit mindestens einem Schleifer aufweist, wobei der Schleifer entlang einer ersten Achse, entlang einer zweiten Achse und entlang einer dritten Achse relativ zur Klemmvorrichtung bewegbar ist.

[0006] Bevorzugt kann der Schleifer um die dritte Achse relativ zur Klemmvorrichtung schwenkbar sein.

[0007] Das Schleifsystem kann mindestens einen Abstandssensor zur Messung des Abstandes zwischen dem Schleifer und dem Rohr an verschiedenen Positionen entlang der ersten Achse aufweisen.

[0008] In einer Ausführungsform kann das Schleifsystem zwei Abstandssensoren aufweisen, welche an verschiedenen Positionen auf der ersten Achse angeordnet und mit dem Schleifer verbunden sind.

[0009] Die Abstandssensoren können Lasersensoren umfassen.

[0010] An der Klemmvorrichtung können zwei Schleifsysteme angeordnet sein, wobei ein erstes Schleifsystem außerhalb des Rohres angeordnet ist und wobei ein zweites Schleifsystem innerhalb des Rohres angeordnet ist.

[0011] Des Weiteren wird ein Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von Rohren, insbesondere von Rohrenden bereitgestellt, welches

- einen Oberflächenvermessungsschritt zum Vermessen eines zu bearbeitenden Ausschnittes einer Rohroberfläche,
- einen Berechnungsschritt zum Ermitteln von Bearbeitungswerten aus den Messwerten des Oberflächenvermessungsschritts, und
- einen Oberflächenbearbeitungsschritt zum Bearbeiten des vermessenen Ausschnittes der Rohroberfläche anhand der Bearbeitungswerte

umfasst.

[0012] Der Oberflächenvermessungsschritt kann dabei umfassen:

Messen des Abstandes (A) zwischen mindestens einem Abstandssensor und der Rohroberfläche, indem eine Messfahrt durchgeführt wird,

- wobei der mindestens eine Abstandssensor entlang der Tangentialachse (T, T') relativ zum zu bearbeitenden Ausschnitt der Rohroberfläche bewegt wird und
- wobei der mindestens eine Abstandssensor Messpunkte entlang der Messstrecke aufnimmt, welche das Oberflächenprofil der Rohroberfläche entlang der Messstrecke beschreiben.

[0013] Der Berechnungsschritt kann umfassen:

- Ermitteln der Messwerte aus den Messwerten des Oberflächenvermessungsschritts, welche eine Schweißnaht beschreiben, und
- Ersetzen der ermittelten Messwerte durch Bearbeitungswerte, wobei die Bearbeitungswerte durch Interpolation der Rohroberfläche im Bereich der Schweißnaht ermittelt werden.

[0014] Der Oberflächenbearbeitungsschritt kann umfassen:

- Anordnen einer Oberflächenbearbeitungseinrichtung an der Rohroberfläche, und
- Bewegen der Oberflächenbearbeitungseinrichtung entlang der Rohroberfläche,
- wobei die Position entlang einer ersten Achse

- (A, A') konstant bleibt, und
- wobei die Bewegung der Oberflächenbearbeitungseinrichtung entlang einer zweiten Achse (R, R') und entlang einer dritten Achse (T, T') durch die Bearbeitungswerte aus dem Berechnungsschritt vorgegeben sind.

[0015] Die Neigung der Oberflächenbearbeitungseinrichtung um die dritte Achse kann durch die Bearbeitungswerte aus dem Berechnungsschritt vorgegeben sein, wobei die Differenz der gemessenen Abstände d1 und d2 bei verschiedenen Positionen entlang der ersten Achse für jede Position entlang der dritten Achse ein Maß für die Neigung bilden.

[0016] Der Oberflächenvermessungsschritt, der Berechnungsschritt und der Oberflächenbearbeitungsschritt können für eine Rohraußenfläche und eine Rohrrinnenfläche durchgeführt werden.

[0017] Der Oberflächenvermessungsschritt, der Berechnungsschritt und der Oberflächenbearbeitungsschritt können für unterschiedliche Positionen in Richtung der ersten Achse von Oberflächenbearbeitungseinrichtungen relativ zur jeweiligen Rohroberfläche durchgeführt werden und wobei der Oberflächenvermessungsschritt, der Berechnungsschritt und der Oberflächenbearbeitungsschritt für die Rohraußenfläche und die Rohrrinnenfläche unabhängig voneinander durchgeführt werden können.

[0018] Das Verfahren kann des Weiteren einen Kalibrierschritt zur Kalibrierung von Abstandssensoren und einen Auslaufschritt zum Erzeugen eines Übergangsschliffes zwischen einer Schweißnahtüberhöhung und der Rohroberfläche umfassen.

[0019] Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit der Zeichnung. Es zeigt

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Schleifanlage für die Oberflächenbearbeitung von Rohren mit einem Schleifsystem für die Bearbeitung der Rohraußenfläche und mit einem Schleifsystem für die Bearbeitung der Rohrrinnenfläche;

Fig. 2 einen Schleifer der erfindungsgemäßen Schleifanlage während der Durchführung einer Messfahrt in einer Ansicht entlang der Längsachse eines zu beschleifenden Rohres und in einer Ansicht senkrecht zur Längsachse des Rohres;

Fig. 3 die Anordnung eines Schleifers zusammen mit zwei Abstandssensoren relativ zum zu bearbeitenden Rohrende in geneigter Position;

Fig. 4 ein von den Sensoren eines Schleifsystems aufgenommenes Oberflächenprofil einer Schweißnaht; und

Fig. 5 ein mittels Interpolation ermitteltes Oberflächenprofil des Rohrs im Bereich der Schweißnaht.

[0020] Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schleifanlage mit zwei Schleifsystemen 5 und 5', wobei das erste Schleifsystem 5 für die Oberflächenbearbeitung der Rohraußenfläche 2a und das zweite Schleifsystem 5' für die Oberflächenbearbeitung der Rohrrinnenfläche 2b eines Rohrs 2 vorgesehen ist.

[0021] Der Aufbau der Schleifsysteme 5 und 5' sowie deren Funktionsweise wird anhand des ersten Schleifsystems 5 für die Oberflächenbearbeitung der Rohraußenfläche 2a detailliert beschrieben. Das zweite Schleifsystem 5' ist im Wesentlichen identisch zu dem ersten Schleifsystem 5 ausgestaltet.

[0022] Die Schleifanlage weist eine Klemmvorrichtung 10 auf, mit welcher vor Beginn eines Schleifvorganges die Schleifanlage am Rohrende eines Rohrs 2 fixiert wird. Die Klemmvorrichtung 10 wird dabei so an dem Rohr 2 fixiert, dass diese fest mit dem Rohr 2 verbunden ist. An der Klemmvorrichtung 10 ist ein Schleifsystem 5 angeordnet. Das Schleifsystem 5 weist im Wesentlichen aus einen Schleifer 20 auf. Der Schleifer 20 kann beispielsweise ein Bandschleifer mit einer vorbestimmten Breite der Kontaktscheibe 70 sein. Die Breite der Kontaktscheibe 70 des Bandschleifers kann beispielsweise 100 mm betragen.

[0023] Der Schleifer 20 ist entlang einer ersten Achse A-A', entlang einer zweiten Achse R-R' und entlang einer dritten Achse T-T' bewegbar. Für die Bewegung des Schleifers 20 entlang dieser drei Achsen sieht das Schleifsystem 5 jeweils ein Achsenmittel vor. Für die translatorischen Bewegungen des Schleifers 20 entlang der drei Achsen sind entsprechende Bewegungs- und Führungsmittel vorgesehen, die hier nicht gezeigt sind.

[0024] Damit ist der Schleifer 20 in drei Richtungen relativ zur Klemmvorrichtung 10 und, da die Klemmvorrichtung 10 fest mit dem Rohr 2 verbunden ist, auch in drei Richtungen relativ zum Rohr 2 bewegbar.

[0025] Zusätzlich ist der Schleifer 20 mit Drehmitteln 60 um die dritte Achse T-T' schwenkbar.

[0026] Die Rohraußenfläche 2a kann somit mit einem mit vier Freiheitsgraden (bewegbar entlang der Achsen A-A', R-R', T-T' und schwenkbar um die Achse T-T') ausgestatteten Schleifsystem 5 bearbeitet werden.

[0027] Bevor ein Schleifvorgang durchgeführt wird, wird der zu schleifende Bereich, in welchem sich auch die abzutragende Schweißnaht befindet, in mindestens einem Schritt vermessen. Dabei bleibt die Position des Schleifers 20 und der mit diesem fest verbundenen Abstandssensoren 80, 81 relativ zur Achse A-A' konstant, während die Messung parallel zur Achse T-T' durchgeführt wird.

[0028] Eine schematische Darstellung einer Messfahrt ist in Fig. 2 gezeigt. Dazu sind an beiden Seiten des Schleifers 20 Abstandssensoren 80, 81 an verschiedenen Positionen entlang der Achse A-A' angeordnet, mit

welchen mit einer Messfahrt die Rohroberfläche 2a samt Schweißnaht parallel zur Achse T-T' und damit im wesentlichen senkrecht zur Schweißnaht vermessen wird. Die Abstandssensoren 80, 81 sind vorzugsweise entlang der Mittelachse der Kontaktscheibe 70 angeordnet. Die Abstandssensoren 80, 81 sind fest mit Schleifer 20 verbunden, sodass sie zusammen mit dem Schleifer 20 bewegbar bzw. schwenkbar sind. Als Abstandssensoren 80, 81 können Abstandslasersensoren oder andere zur Messung eines Abstandes geeignete Sensoren verwendet werden. Das Vermessen der Rohroberfläche erfolgt durch Messen des Abstandes A zwischen den Abstandssensoren 80, 81 und der Rohraußenfläche.

[0029] Für den Messvorgang wird zunächst die Kontaktscheibe 70 des Bandschleifers 20 in eine parallele Stellung zur Rohroberfläche gestellt. Hierzu wird mit den Abstandssensoren 80, 81 der jeweilige Abstand des Schleifers zur Rohroberfläche gemessen. Unterschiede werden durch eine entsprechende Drehung des Schleifers 20 um die Achse T-T' ausgeglichen, so dass anschließend der von beiden Abstandssensoren 80, 81 gemessene Abstand zur Rohroberfläche gleich ist. Das parallele Anordnen der beiden Abstandssensoren 80, 81 bzw. des Bandschleifers 20 zur Rohroberfläche 2a erfolgt vorzugsweise in einem Bereich der Rohroberfläche, an dem sich keine Schweißnaht befindet. Eine derartige Anordnung des Bandschleifers 20 bzw. der Abstandssensoren 80, 81 ist in Fig. 3 gezeigt.

[0030] Im Anschluss an das Parallelstellen des Bandschleifers 20 wird die eigentliche Messfahrt durchgeführt. Während der Messfahrt bleibt die Position des Bandschleifers 20 hinsichtlich der ersten Achse A-A' und hinsichtlich der zweiten Achse R-R' konstant. Es findet lediglich eine Bewegung des Schleifers 20 entlang der dritten Achse T-T' statt (in Fig. 2 und Fig. 3 durch Pfeile P dargestellt).

[0031] Während der Messfahrt nehmen die Abstandssensoren 80, 81 entlang der Messstrecke Messpunkte auf, welche das Rohrprofil entlang dieser Messstrecke beschreiben. Da sich die beiden Abstandssensoren 80, 81 während einer Messfahrt in unterschiedlichen Positionen relativ zur Achse LR-LR' befinden (vgl. untere Abbildung in Fig. 2), werden durch die Abstandssensoren 80, 81 Messpunkte von zwei unterschiedlichen Messstrecken aufgenommen.

[0032] Die Messpunkte für beide Messstrecken können alternativ auch mit nur einem Abstandssensor aufgenommen, wobei zwei Messfahrten mit jeweils einer verschiedenen Position des Sensors auf der Achse A-A' vorgenommen werden.

[0033] Aus den während der Messfahrt aufgenommenen Messpunkten wird in einem weiteren Schritt die Schleifkurve ermittelt, entlang derer sich der Bandschleifer 20 bewegen muss um die Nahtüberhöhungen auf dem Rohr abzutragen. Das Ermitteln der Schleifkurve wird nun in Zusammenhang mit den Figuren 4 und 5 näher beschrieben.

[0034] Fig. 4 zeigt zwei Messkurven 101, 102, welche

von den beiden Abstandssensoren 80 bzw. 81 während einer Messfahrt aufgenommen wurden, wobei die Punkte der Messkurve 101 von dem ersten Abstandssensor 80 aufgenommen wurden und die Punkte der zweiten Messkurve 102 von dem zweiten Abstandssensor 81 aufgenommen wurden. Auf der X-Achse, die im Wesentlichen der Achse T-T' entspricht, ist die Position der Abstandssensoren 80 bzw. 81 entlang der Achse T-T' aufgetragen, auf der Y-Achse, die im Wesentlichen der Achse R-R' entspricht, der jeweils zugehörige Abstand der Abstandssensoren 80 bzw. 81 zur Rohroberfläche.

[0035] Aus diesen beiden Messkurven wird jeweils der Bereich, welcher die Schweißnaht darstellt (der Bereich der Messkurve zwischen den Punkten 105 und 106, vgl. Fig. 5), herausgetrennt und durch Interpolation, vorzugsweise durch Polynominterpolation, so interpoliert, dass eine optimale Schleifkurve für den Bandschleifer 20 erstellt wird. Die Polynominterpolation für beide Messkurven im Bereich der Schweißnaht erfolgt dabei so, dass die Anstiege der Polynome in den Randbereichen 105, 106 der Schweißnaht im Wesentlichen den Anstiegen der Rohroberfläche in den Randbereichen 105, 106 entspricht.

[0036] Eine so interpolierte Rohroberfläche im Bereich der Schweißnaht ist in Fig. 5 dargestellt, wobei die interpolierte Kurve 101' der Messstrecke des ersten Abstandssensors 80 zugeordnet ist und die interpolierte Kurve 102' der Messstrecke des zweiten Abstandssensors 81 zugeordnet ist. Die beiden interpolierten Kurven 101' und 102' beschreiben die Randbereiche der Schleifkurve auf der sich der Bandschleifer 20 während der Schleiffahrt bewegen muss. Auf der X-Achse ist die berechnete Position des Bandschleifers 20 an der dritten Achse T-T' aufgetragen, auf der Y-Achse die berechnete Position des Bandschleifers 20 an der zweiten Achse R-R'.

[0037] Der Bandschleifer 20 muss während der Schleiffahrt mit seinen beiden Kanten der Kontaktscheibe 70 entlang der interpolierten Kurven 101' und 102' geführt werden. Dazu wird der Bandschleifer 20 zunächst an Kanten der Schweißnaht auf der Rohroberfläche aufgesetzt. Die Schleiffahrt selbst erfolgt dann entlang der dritten Achse T-T' mit Hilfe der entsprechenden Bewegungsmittel. Jeder Position des Bandschleifers 20 entlang der dritten Achse T-T' ist dabei eine Position zur zweiten Achse R-R' zugeordnet.

[0038] Wie in Fig. 5 erkennbar ist, sind die interpolierten Kurven 101' und 102' nicht deckungsgleich, sondern weisen eine Differenz hinsichtlich ihres Abstandes zur Kontaktscheibe 70 auf. Diese Differenz, die während der Schleiffahrt berücksichtigt werden muss, kann sich beispielsweise dadurch ergeben, dass das Rohr entlang seiner Längsachse LR-LR' leicht gebogen und/oder aufgeweitet und/oder unrund ist.

[0039] Die Differenz der interpolierten Kurven 101' und 102' stellt hierbei ein Maß für die Neigung des Bandschleifers 20 um die dritte Achse T-T' zwischen je zwei Punkten der Kurven 101' und 102' dar. Ist zwischen zwei

Punkten der Kurven 101' und 102' eine Differenz vorhanden, muss der Bandschleifer 20 geneigt werden, damit beide Kanten der Kontaktscheibe 70 des Bandschleifers die Rohroberfläche in den interpolierten Kurven berühren. Die Neigung des Bandschleifers 20 kann für jedes Punktepaar der Kurven 101' und 102' vor der Schleiffahrt oder während der Schleiffahrt berechnet werden. Während des Schleifvorganges entlang der Rohroberfläche wird die Neigung des Bandschleifers 20 entsprechend der jeweiligen Differenz zwischen den Profilen 101' und 102' ständig angepasst. In einer einfacheren Ausführung der Erfindung kann auf diese fortlaufende Anpassung der Neigung während eines jeden Schleifgangs verzichtet werden.

[0040] Nach einer Messfahrt sowie einer Schleiffahrt weist die Rohroberfläche in dem vom dem Bandschleifer 20 bearbeiteten Bereich ein Profil auf, welches in ihren Randbereichen den interpolierten Kurven 101' und 102' entspricht. Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Schleifanlage und des erfindungsgemäßen Schleifverfahrens besteht darin, dass über eine Länge, welche der Breite des Bandschleifers 20 entspricht, die Schweißnahtüberhöhung sehr genau mit nur einer Schleiffahrt materialeben abgetragen werden kann.

[0041] Sofern die Schweißnaht über den bereits abgeschliffenen Bereich hinaus weiter abgeschliffen werden soll, wird der Bandschleifer 20 entlang der ersten Achse A-A' auf eine nächste Schleifposition verschoben. Anschließend kann mit einer weiteren Messfahrt begonnen werden. So kann ein längerer Bereich der Rohroberfläche 2a entlang der Längsachse des Rohres 2 mit gleich bleibend hoher Schleifqualität bearbeitet werden, so dass eine variable Schleiflänge bei konstanter Breite der Kontaktscheibe 70 des Bandschleifers 20 erreicht werden kann.

[0042] In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Rohroberfläche entsprechend den aufgenommenen Messpunkten bzw. den entsprechenden Kurven 101' und 102' nur im Bereich der Schweißnaht geschliffen. Neben der ermittelten Schweißnaht wird der Bandschleifer 20 von der Rohroberfläche abgehoben, bzw. ein Teil des Bandschleifers mittels Neigung der um die dritte Achse T-T' von der Rohroberfläche entfernt.

[0043] Dem gesamten Schleifvorgang kann zusätzlich ein Kalibrierschliff vorgeschaltet und/oder ein Auslaufschliff nachgeschaltet werden.

[0044] Der Kalibrierschliff wird einmalig beim ersten Schliff am Rohrende durchgeführt. Damit können die Abstandssensoren relativ zur Kontaktscheibe 70 des Bandschleifers 20 kalibriert werden. Mit dem Auslaufschliff kann als letzter Schliff der Übergang zwischen verbleibender Nahtüberhöhung und dem Rohr erzeugt werden.

[0045] In den Figuren nicht gezeigt ist eine Auswertebzw. Recheneinheit, welche die von den Abstandssensoren aufgenommenen Messwerte entgegennehmen und daraus die Kurven 101' und 102' berechnen kann. Die Auswertebzw. Recheneinheit kann auch dazu verwendet werden, das Schleifsystem 5 entsprechend der

berechneten Schleifkurve zu steuern. Die Software für das Entgegennehmen der aufgenommenen Messwerte sowie für die Berechnung der Kurven 101' und 102' und damit der Berechnung des optimalen Schleifprofils wird vorzugsweise für die Verwendung in einer Echtzeitbetriebsumgebung bereitgestellt.

Patentansprüche

1. Schleifanlage für die Oberflächenbearbeitung von Rohren, insbesondere von Rohrenden, aufweisend eine Klemmvorrichtung (10) zur Fixierung der Schleifanlage am Rohrende eines Rohres (2), und ein an der Klemmvorrichtung (10) angeordnetes Schleifsystem (5) mit mindestens einem Schleifer (20), wobei der Schleifer (20) entlang einer ersten Achse (A, A'), entlang einer zweiten Achse (R, R') und entlang einer dritten Achse (T, T') relativ zur Klemmvorrichtung (10) bewegbar ist.
2. Schleifanlage nach Anspruch 1, wobei der Schleifer (20) um die dritte Achse (T, T') relativ zur Klemmvorrichtung (10) schwenkbar ist.
3. Schleifanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Schleifsystem (5) mindestens einen Abstandssensor (80, 81) zur Messung des Abstandes zwischen dem Schleifer (20) und dem Rohr (2) an verschiedenen Positionen entlang der ersten Achse (A-A') aufweist.
4. Schleifanlage nach Anspruch 3, wobei das Schleifsystem (5) zwei Abstandssensoren (80, 81) aufweist, welche an verschiedenen Positionen auf der ersten Achse (A, A') angeordnet und mit dem Schleifer verbunden sind.
5. Schleifanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 4, wobei die Abstandssensoren (80, 81) Lasersensoren umfassen.
6. Schleifanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei an der Klemmvorrichtung (10) zwei Schleifsysteme (5, 5') angeordnet sind, wobei ein erstes Schleifsystem (5) außerhalb des Rohres (2) angeordnet ist und wobei ein zweites Schleifsystem (5') innerhalb des Rohres (2) angeordnet ist.
7. Verfahren zur Oberflächenbearbeitung von Rohren, insbesondere von Rohrenden, umfassend
 - einen Oberflächenvermessungsschritt zum Vermessen eines zu bearbeitenden Ausschnittes einer Rohroberfläche,
 - einen Berechnungsschritt zum Ermitteln von Bearbeitungswerten aus den Messwerten des Oberflächenvermessungsschritts, und

- einen Oberflächenbearbeitungsschritt zum Bearbeiten des vermessenen Ausschnittes der Rohroberfläche anhand der Bearbeitungswerte.
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der Oberflächenvermessungsschritt umfasst:
- Messen des Abstandes (A) zwischen mindestens einem Abstandssensor und der Rohroberfläche, indem eine Messfahrt durchgeführt wird,
- wobei der mindestens eine Abstandssensor entlang der Tangentialachse (T, T') relativ zum zu bearbeitenden Ausschnitt der Rohroberfläche bewegt wird und
- wobei der mindestens eine Abstandssensor Messpunkte entlang der Messtrecke aufnimmt, welche das Oberflächenprofil der Rohroberfläche entlang der Messtrecke beschreiben.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei der Berechnungsschritt umfasst:
- Ermitteln der Messwerte aus den Messwerten des Oberflächenvermessungsschritts, welche eine Schweißnaht beschreiben, und
- Ersetzen der ermittelten Messwerte durch Bearbeitungswerte, wobei die Bearbeitungswerte durch Interpolation der Rohroberfläche im Bereich der Schweißnaht ermittelt werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei der Oberflächenbearbeitungsschritt umfasst:
- Anordnen einer Oberflächenbearbeitungseinrichtung an der Rohroberfläche, und
- Bewegen der Oberflächenbearbeitungseinrichtung entlang der Rohroberfläche,
- wobei die Position entlang einer ersten Achse (A, A') konstant bleibt, und
- wobei die Bewegung der Oberflächenbearbeitungseinrichtung entlang einer zweiten Achse (R, R') und entlang einer dritten Achse (T, T') durch die Bearbeitungswerte aus dem Berechnungsschritt vorgegeben sind.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei eine Neigung der Oberflächenbearbeitungseinrichtung um die dritte Achse (T, T') durch die Bearbeitungswerte aus dem Berechnungsschritt vorgegeben ist, wobei die Differenz der gemessenen Abstände (d1) und (d2) bei verschiedenen Positionen entlang der Achse (A, A') für jede Position entlang der Achse (T, T') ein Maß für die Neigung bilden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei der Oberflächenvermessungsschritt, der Berechnungsschritt und der Oberflächenbearbeitungsschritt für eine Rohraußenfläche und eine Rohrinnenfläche durchgeführt werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, wobei der Oberflächenvermessungsschritt, der Berechnungsschritt und der Oberflächenbearbeitungsschritt für unterschiedliche Positionen in Richtung der ersten Achse (A, A') von Oberflächenbearbeitungseinrichtungen relativ zur jeweiligen Rohroberfläche durchgeführt werden und wobei der Oberflächenvermessungsschritt, der Berechnungsschritt und der Oberflächenbearbeitungsschritt für die Rohraußenfläche und die Rohrinnenfläche unabhängig voneinander durchgeführt werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, weiter umfassend ein Kalibrierschritt zur Kalibrierung von Abstandssensoren und einen Auslaufschritt zum Erzeugen eines Übergangschliffes zwischen einer Schweißnahtüberhöhung und der Rohroberfläche.

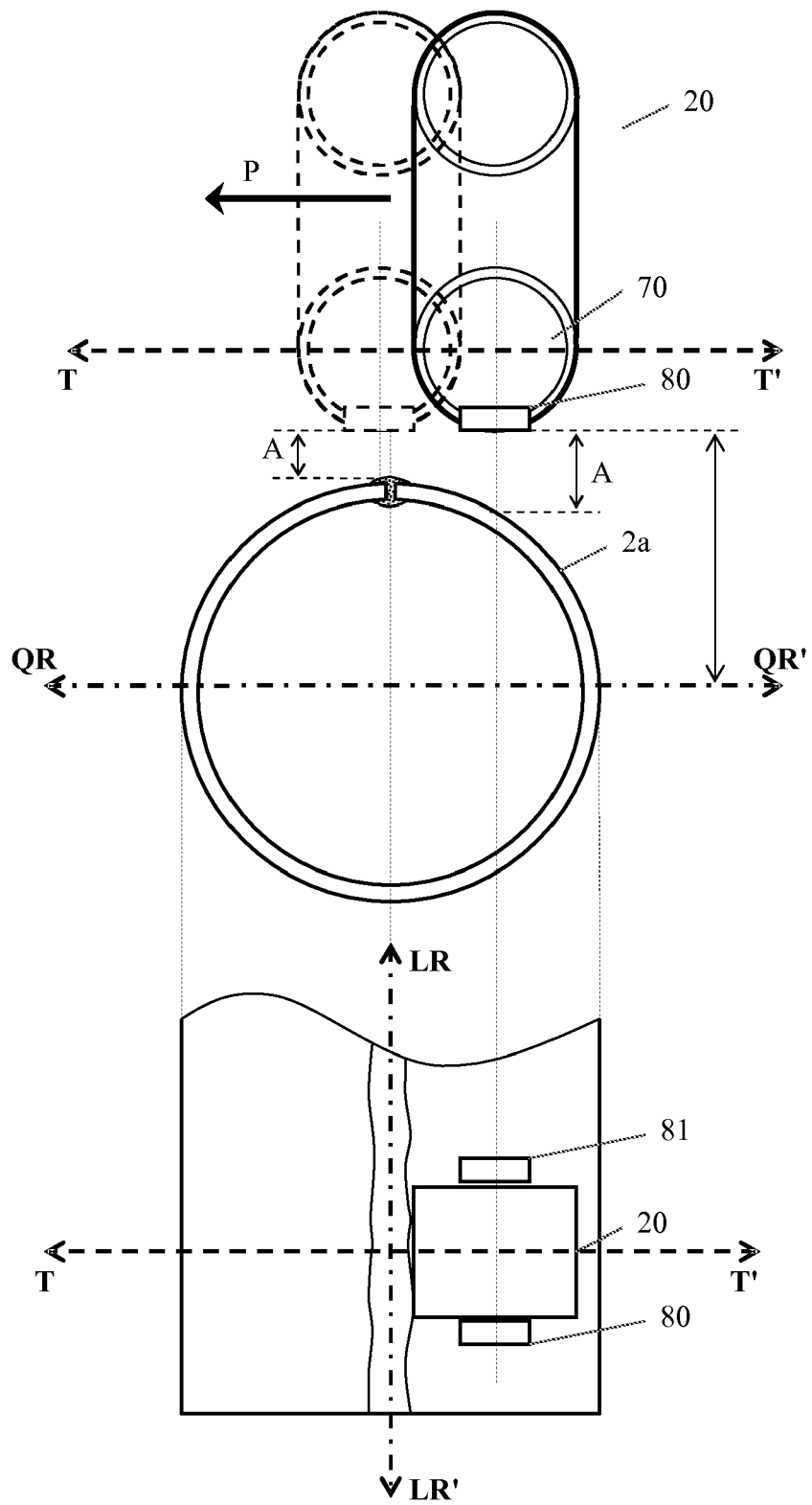


Fig. 2

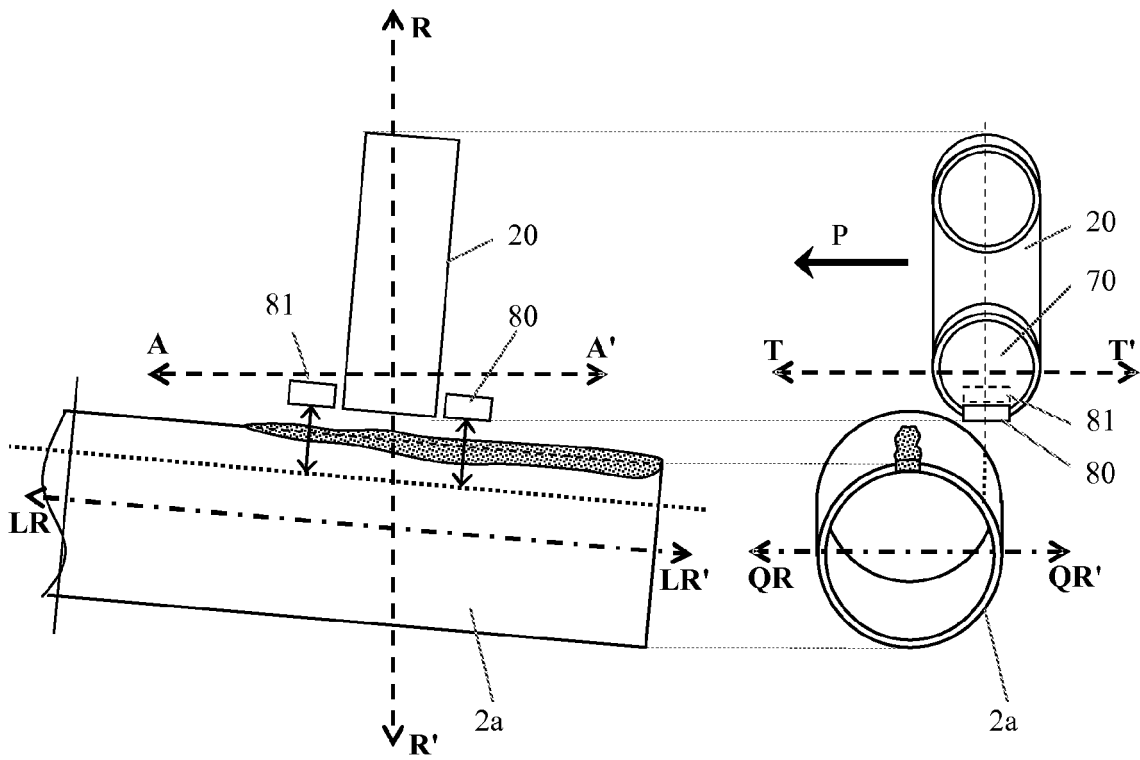


Fig. 3

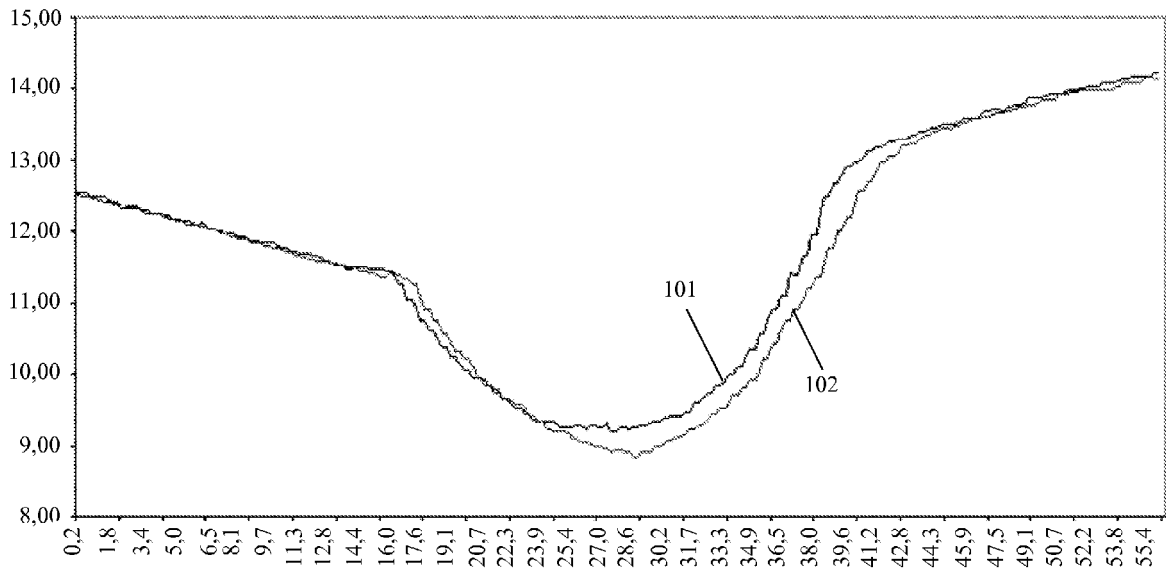


Fig. 4

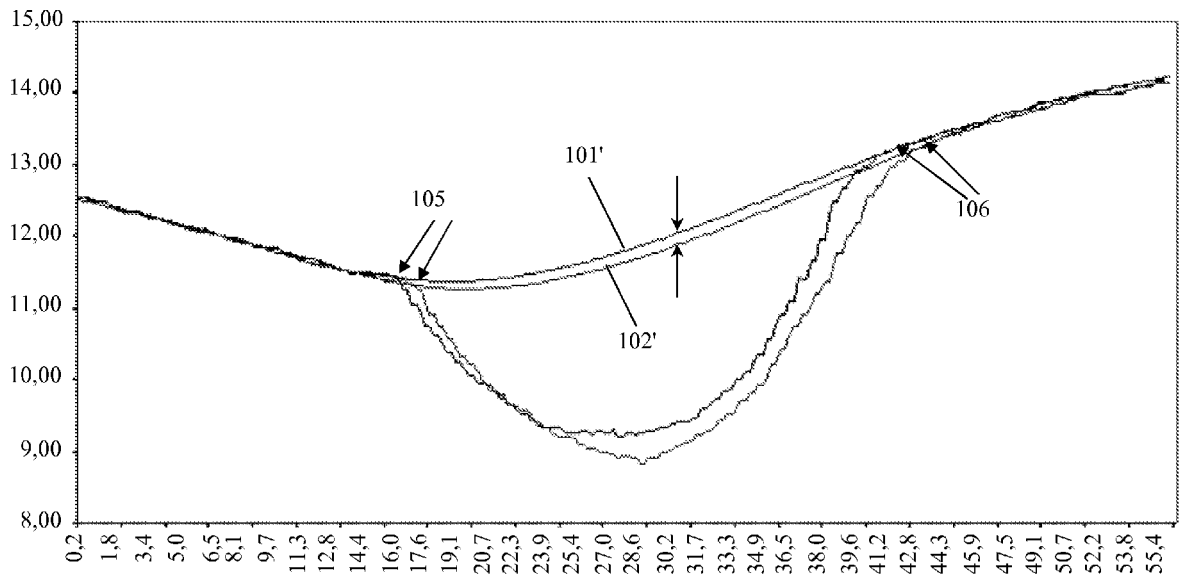


Fig. 5