



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

213 869

Int.Cl.<sup>3</sup>

3(51)

B 23 K 37/02

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 23 K/ 2485 300

(22) 07.03.83

(44) 26.09.84

(71) ZI F. SCHWEISSTECHNIK D. DDR, HALLE, DD

(72) SCHULZE, KLAUS-RAINER, DR.RER.NAT., DD

(54) AUTOMATISCHES EINSCHWEISSEN VON ROHRSTUTZEN IN BEHAELTER

(57) Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf das automatische Einschweißen von Rohrstutzen in eine Behälterwand. Ziel ist die Schaffung einer Einrichtung, die das Einschweißen der Rohrstutzen auf einfache Weise und mit guter Schweißqualität ermöglicht. Die Einrichtung ist so zu gestalten, daß unter Zuhilfenahme geeigneter Sensoren die in Höhe und seitlicher Lage toleranzbehafteten Positionen der Rohrstutzen vollautomatisch aufsuchbar sind.

Erfindungsgemäß ist ein in Wirkverbindung mit einem Programmspeicher stehender Schweißkopf vorgesehen, der mit einer durch die Programmsteuerung verstellbaren und den Schweißbrenner tragenden Radiusachse ausgerüstet ist, die mit einer absenkbaren Rotationsachse in Verbindung steht, wobei sich in Verlängerung der Rotationsachse ein elastisch verformbares Deformationsrohr anschließt, das einerseits direkt mit der Rotationsachse und andererseits mit einem massiven konzentrischen Kreiskegel über einen Drucksensor fest verbunden ist und der Kreiskegel über einen dem Rohrstutzen angepaßten Durchmesser und Öffnungswinkel verfügt, die gewährleisten, daß der das Deformationsrohr in Schweißrichtung begrenzende Kreiskegel sich formschlüssig auf dem Rohrstutzenrand abstützt. Fig.2

Automatisches Einschweißen von Rohrstutzen in Behälter

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum automatischen Einschweißen von Rohrstutzen geringer Durchmesser in eine Behälterwand, insbesondere bei der Fertigung von Dampfkesseln und -sammlern, wobei das Verbinden der Schweißteile mittels einer Kehlnaht und unter Zuhilfenahme geeigneter Sensoren sowie eines Programmspeichers, vorzugsweise eines Schweißroboters, erfolgt.

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, daß - abgesehen vom Problem der Durchdringungen beim Verschweißen annähernd gleichgroßer Rohre - die in eine Behälterwand einzuschweißenden und vorbereiteten Rohrstutzen zunächst von Hand an den dafür in der Behälterwand vorgesehenen Öffnungen durch eine Heftschweißung zu fixieren und anschließend mit Hilfe eines um den einzelnen Rohrstutzen rotierenden Lichtbogenschweißbrenners einzuschweißen.

Da die Positionen der einzelnen Öffnungen und damit die der Rohrstutzen mit Toleranzen behaftet sind, ist es bisher erforderlich, den Schweißkopf durch eine von Hand vorgenommene Einsteuerung in der Höhe und den Seiten so zu positionieren, daß insbesondere seine Rotationsachse mit der Zylinderachse des einzuschweißenden Rohrstutzen übereinstimmt. Anderenfalls muß bei einer fest programmierten Schweißkopfposition der Radius der Brennerrotation mit geeigneten Mitteln laufend verändert werden, damit der Lichtbogen exakt in der Schweißfuge läuft, da bereits geringe Fehlpositionierungen der Schweißnaht hier zu erheblichen Qualitätsmängeln führen können.

Der wesentliche Nachteil der beschriebenen Arbeitsweise liegt einfach darin, daß einmal die von Hand vorgenommene Einsteuerung jeder einzelnen Rohrstutzenpositionen an einem Behälter eine Automatisierung des Gesamtprozesses verhindert, zum anderen versagt eine selbsttätige Radiennachführung mittels Rollen oder berührungsloser Abstandssensoren in dem Fall, wo es sich um geringe Rohrstutzendurchmesser von vorzugsweise 20 bis 80 mm handelt, die jedoch in der Industrie besonders häufig vorkommen.

### Ziel der Erfindung

Durch die Erfindung ist eine Einrichtung zu schaffen, die das Einschweißen von Rohrstutzen geringer Durchmesser in eine Behälterwand auf einfache Weise mit einer guten Schweißqualität ermöglicht.

### Das Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zum automatischen Einschweißen von Rohrstutzen geringer Durchmesser, vorzugsweise von 20 bis 80 mm, in eine Behälterwand zu entwickeln, wobei diese so zu gestalten ist, daß unter Zuhilfenahme geeigneter Sensoren die in Höhe und seitlichen Lage toleranzbehafteten Positionen der gehefteten Rohrstutzen vollautomatisch durch den Schweißkopf aufsuchbar sind und nachfolgend die Rohrstutzen mittels einer kreisrunden Kehlnaht verbunden werden können.

Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, daß erfindungsgemäß ein in Wirkverbindung mit einem Programmspeicher stehender Schweißkopf vorgesehen ist, der mit einer durch die Programmsteuerung verstellbaren und den Schweißbrenner tragenden Radiusachse ausgerüstet ist, die mit einer absenkbaren Rotationsachse in Verbindung steht, wobei sich in Verlängerung der Rotationsachse ein elastisch verformbares Deformationsrohr anschließt, das einerseits direkt mit der Rotationsachse und andererseits mit einem massiven konzentrischen Kreiskegel über einen Drucksensor fest verbunden ist und der Kreiskegel über einen dem Rohrstutzen angepaßten Durchmesser und Öffnungswinkel verfügt, die gewährleisten, daß der das Deformationsrohr in Schweißrichtung begrenzende Kreiskegel sich formschlüssig auf dem Rohr-

stutzenrand abstützt.

Gegenstand der Erfindung ist somit eine Einrichtung, bei der die eigentlichen-zeichnungsgemäßen-Sollpositionen aller an einer Rohrwand einzuschweißenden Rohrstützen sowie deren Länge und Durchmesser im Programmspeicher, vorzugsweise eines Schweißroboters, abgelegt werden und durch letzteren der Schweißkopf jeweils in eine durch diese Daten bestimmte Grobposition oberhalb jedes einzelnen senkrecht stehenden, gegebenenfalls durch eine entsprechende Werkstückdrehung, Rohrstützens bewegt wird. Sodann wird der Schweißkopf, der außer mit einer durch die Programmsteuerung verstellbaren und den Schweißbrenner tragenden Radiusachse mit einem an sich bekannten Fugesensor in Form eines senkrecht angeordneten elastisch verformbaren und mit Dehnungsmeßstreifen versehenen Deformationsrohres ausgerüstet ist, das in Verlängerung der Rotationsachse angeordnet und in Schweißrichtung gesehen abgeschlossen wird durch einen massiven konzentrischen Kreiskegel. Letzterer wird in Richtung auf die obere Rohrstützen-öffnung abgesenkt, so daß bei hinreichend großer Radiuseinstellung der Kreiskegel mit seiner Spitze in diese Öffnung eintaucht und auf den inneren oberen Rohrstützenrand drückt. Dadurch entsteht in Abhängigkeit von der Abweichung zwischen Kreiskegel und Rohrstützenachse eine den rohrförmigen Sensorkörper deformierende Kraft, die mit Hilfe der auf dem Deformationsrohr angeordneten Dehnungsmeßstreifen in Steuersignale für eine horizontale Korrekturbewegung umgesetzt wird.

Die gesamte horizontale und vertikale Suchbewegung ist abgeschlossen, wenn auf das Deformationsrohr eine rein axiale Kraft wirkt, welche erfindungsgemäß durch einen mit den Dehnungsmeßstreifen logisch verknüpften Drucksensor erfaßt wird. Im dadurch aufgerufenen nächsten Programmschritt wird der Brennerradius gemäß dem für den betr. Stutzen programmierten Wert verringert, so daß nachfolgend in der so erreichten

exakten Schweißposition die auf praktisch konstanter Höhe befindliche Naht durch Rotation des Brenners um die Stutzenachse geschweißt werden kann.

Sollen Stutzen mit einem im Verhältnis zum Krümmungsradius der Behälterfläche im Rahmen der angewandten Schweißtechnologie nicht vernachlässigbar kleinen Durchmesser eingeschweißt werden, so ist dies durch die erfindungsgemäße Einrichtung ebenfalls zum Aufsuchen der Stutzenachse geeignet, muß aber um eine zusätzliche Brennerhöhenführung ergänzt werden.

Eine - allerdings fest programmierte - Höhenverstellung des Brenners relativ zum Kreiskegel ist erfindungsgemäß auch vorgesehen, wenn Stutzen unterschiedlicher Höhe und/oder unterschiedlichen Durchmessers an einem Behälter eingeschweißt werden sollen.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: einen Dampfsammler mit gehefteten Rohrstützen

Fig. 2: einen Schweißkopf in Schweißstellung

Fig. 3 bis 5: verschiedene Stellungen des Kreiskegels auf dem oberen inneren Rohrstützenrand

Nach Fig. 1 wird ein Dampfsammler gezeigt, der aus einem horizontal gelagerten Sammlerrohr 1 mit einem Durchmesser  $D$  und den auf einer oben liegenden, an sich achsparallelen,

aber toleranzbehafteten Mantellinie in ebenfalls toleranzbehafteten Abstand senkrecht angehefteten und einzuschweißenden Rohrstützen 2 gleicher Länge L und gleichem kleinen Durchmesser d besteht. Wegen  $d/D \ll 1$  und der vorausgesetzten Nahtvorbereitung in Form von Senkbohrungen mit dem Durchmesser d konzentrisch zu den entsprechend kleineren Durchgangsbohrungen auf dem Mantel des Sammlerrohres 1 ist eine separate Höhenänderung des Schweißbrenners 4 beim Schweißen nicht nötig.

Der gemäß Fig. 2 aufgebaute und aus Radiusachse 3, Schweißbrenner 4, Deformationsrohr 5, Drucksensor 6 und Kreiskegel 7 des Sensors bestehende Schweißkopf wird mit Hilfe der orthogonalen Translationsachsen x (horizontal, parallel zur Achse des Sammlerrohres 1) y (horizontal) und z (vertikal) bewegt und die Brennerrotation mittels der durch die z-Achse hindurchlaufenden Rotationsachse 8 realisiert.

Das mit der Rotationsachse 8 einerseits direkt und mit dem Kreiskegel 7 andererseits über den Drucksensor 6 fest verbundene Deformationsrohr 5 trägt auf seinem Mantel vier paarweis gegenüberliegende und in bekannter Weise als variable Widerstände in eine Brückenschaltung zur Erzeugung von Korrektursignalen für die Bewegung der x- bzw. y-Achsen einbezogene Dehnungsmeßstreifen, wobei die Verbindungslinie eines Paares jeweils achsparallel orientiert ist. Erfindungsgemäß erfolgt der Such- und Schweißvorgang auf folgende Weise:

Mit Hilfe einer vorzugsweise numerischen Steuerung wird mit dem Schweißkopf zunächst eine Grobposition x, y, z oberhalb eines Rohrstützens 2 angefahren, wobei sich die Radiusachse 3 in einer solchen Stellung befindet, daß eine Kollision mit dem Werkstück ausgeschlossen ist. Anschließend wird die Rotationsachse 8 langsam abgesenkt, wobei der Kreiskegel 7 - im allgemeinen exzentrisch - auf den inneren oberen Rohrstützenrand stößt. (Fig. 3). Dadurch wird das Deformationsrohr 5

deformiert, wobei die auf dem Deformationsrohr 5 angeordneten Dehnungsmeßstreifen daraus die notwendigen Korrekturbewegungen  $\Delta x$  und  $\Delta y$  sensieren (Fig. 4), die unmittelbar von den x- bzw. y-Achsen ausgeführt werden.

Der Suchvorgang und damit die vertikalen und horizontalen Bewegungen sind abgeschlossen, wenn sowohl die Korrektursignale für  $\Delta x$  und  $\Delta y$  gleich Null sind als auch die auf den Kreiskegel 7 einwirkende und über den Drucksensor 6 erfaßte axiale Kraft verschieden von Null ist (Fig. 5). Damit wird auch der Fall sicher erkannt, bei dem der Kreiskegel 7 exakt konzentrisch in den Rohrstützen 2 gesenkt wird.

Nach beendeter Suche wird die Radiusachse 3 in die dem betreffenden Rohrstützen 2 entsprechende Schweißstellungverfahren und durch die Rotationsachse 8 die Schweißbewegung ausgeführt.

## E r f i n d u n g s a n s p r u c h

Einrichtung zum automatischen Einschweißen von Rohrstutzen, insbesondere geringer Durchmesser, in eine Behälterwand, vorzugsweise bei der Fertigung von Dampfkesseln und -sammlern, wobei das Verbinden der Schweißteile mittels einer Kehlnaht und unter Zuhilfenahme geeigneter Sensoren sowie eines Programmspeichers erfolgt, gekennzeichnet dadurch, daß ein in Wirkverbindung mit einem Programmspeicher stehender Schweißkopf vorgesehen ist, der mit einer durch die Programmsteuerung verstellbaren und den Schweißbrenner (4) tragenden Radiusachse (3) ausgerüstet ist, die mit einer durch eine vorzugsweise translatorische Achse (9) absenkbaren Rotationsachse (8) in Verbindung steht, wobei sich in Verlängerung der Rotationsachse (8) ein elastisch verformbares Deformationsrohr (5) anschließt, das einerseits direkt mit der Rotationsachse (8) und andererseits mit einem massiven konzentrischen Kreiskegel (7) über einen Drucksensor (6) fest verbunden ist und der Kreiskegel (7) über einen dem Rohrstutzen (2) angepaßten Durchmesser und Öffnungswinkel verfügt, die gewährleisten, daß der das Deformationsrohr (5) in Schweißrichtung begrenzende Kreiskegel (7) sich form-schlüssig auf dem Rohrstutzenrand abstützt.

- Hierzu ein Blatt Zeichnungen -

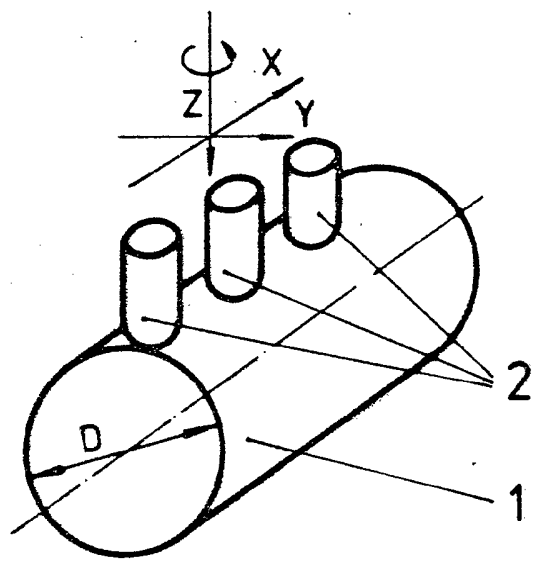


Fig. 1

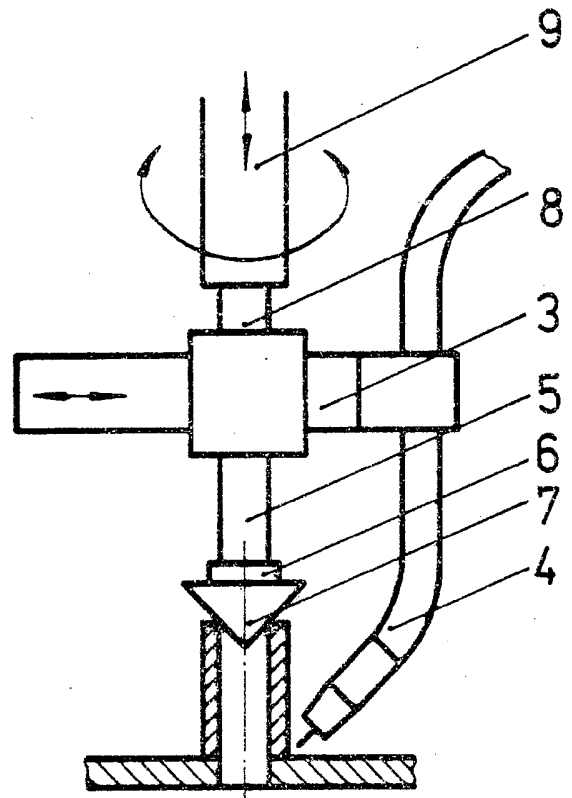


Fig. 2

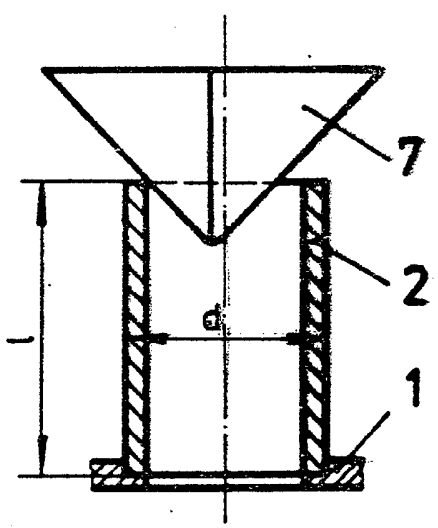


Fig. 3

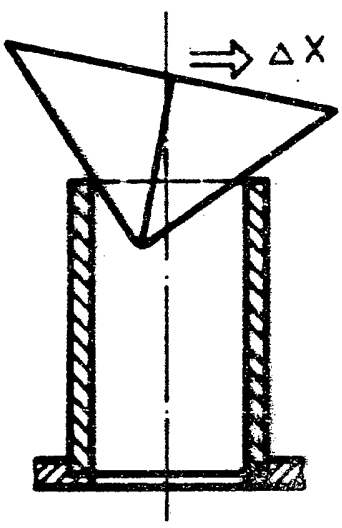


Fig. 4

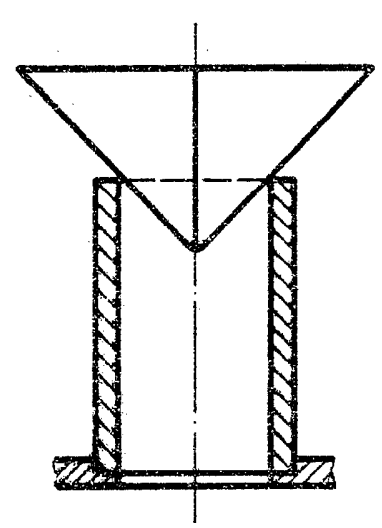


Fig. 5