DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) **Wirtschaftspatent**

(19) **DD** (11) **259 662 A1**

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) **F 16 L 13/02**
B 23 K 31/00
B 23 K 20/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP F 16 L / 301 645 1	(22)	09.04.87	(44)	31.08.88

(71) VEB Geräte- und Regler-Werke, Oderstraße 74/76, Teltow, 1530, DD
(72) Bogdahn, Heiner, Dr.-Ing.; Langhanki, Manfred; Salzberg, Bernd-Peter, Dr.-Ing., DD

(54) Fügestelle an Rohren aus Stahl

(55) Fügestelle, Stahlrohr, Schiebemuffe, Diffusionsschweißverbindung, Diffusionsschweiß-/Lötverbindung, Rohrverbindung, T-Stück, Kernkraftwerk

(57) Die Erfindung betrifft eine Fügestelle an Rohren aus Stahl. Sie findet vorzugsweise Anwendung beim Verbinden von Rohren kleiner Durchmesser aus unlegiertem, niedriglegiertem und/oder hochlegiertem Stahl, die in sicherheitstechnisch anspruchsvollen Anlagen, wie z. B. Kernkraftwerken, zum Einsatz kommen. Die in einem Erwärmungsvorgang hergestellte Rohrverbindung besteht aus einer Diffusionsschweißverbindung und einer kombinierten Diffusionsschweiß-/Lötverbindung. Dabei liegen die Diffusionsschweißverbindung und die kombinierte Diffusionsschweiß-/Lötverbindung nicht in einer Ebene. Jede Fügestelle für sich besitzt Grundstoffestigkeit. Beide Verbindungen werden in einem Erwärmungsvorgang hergestellt, um eine Schädigung des Grundwerkstoffes auszuschließen. Dies geschieht auf der Basis der elektrischen Widerstandserwärmung unter Schutzgas.

ISSN 0433-6461

4 Seiten

Patentansprüche:

1. Fügestelle an Rohren aus Stahl, **dadurch gekennzeichnet,** daß die in einem Erwärmungsvorgang hergestellte Rohrverbindung aus einer Diffusionsschweißverbindung und einer kombinierten Diffusionsschweiß-/Lötverbindung besteht, wobei die Diffusionsschweißverbindung und die kombinierte Diffusionsschweißverbindung nicht in einer Ebene liegen.
2. Fügestelle an Rohren aus Stahl nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die zwischen den Rohrstirnflächen 2 hergestellte Diffusionsschweißverbindung von einer mittels Muffe 3 hergestellten kombinierten Diffusionsschweiß-/Lötverbindung ummantelt ist.
3. Fügestelle an Rohren aus Stahl nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Diffusionsschweißverbindungg am Rohrstoß 5 und die diesen Rohrstoß 5 ummantelnde kombinierte Diffusionsschweiß-/Lötverbindung durch ein T-Stück 7 gebildet wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft die Konstruktion einer Fügestelle zum Verbinden von Rohren kleiner Durchmesser aus unlegiertem, niedriglegiertem und/oder hochlegiertem Stahl. Dabei kommt diese Fügestellenkonstruktion besonders in sicherheitstechnisch anspruchsvollen Anlagen, wie z. B. Kernkraftwerken oder Anlagen, die die Ausführungsklassen IA oder IB verlangen, zum Einsatz.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Rohrleitungen in Anlagen, die hohen Qualitätsansprüchen in ihrer Ausführung genügen müssen (z. B. im 1. und 2. Kreislauf von Kernkraftwerken oder in Chemieanlagen, die der Ausführungsklasse IA oder IB entsprechen), werden in der Regel durch ein WIG-Schweißverfahren gefügt. Da die Güte der Schweißnähte sehr stark von den Fähigkeiten der Schweißer abhängig ist, werden die Fügestellen 100%ig durch eine Durchstrahlungsprüfung (Röntgen) kontrolliert. Der Prozeß der Schweißnahtprüfung ist sehr aufwendig und teuer, da für die Prüfung ca. zehnmal soviel Zeit wie zur Herstellung einer Schweißnaht benötigt wird. Dieses Mißverhältnis war ausschlaggebend für die Entwicklung eines Diffusionsschweißverfahrens für den Baustelleneinsatz (Salzberg, P; Bogdahn, H.; „Herstellen von Scheiß-/Lötverbindungen unter Argon 99,99 mit Widerstandserwärmung" Schweißtechnik, Berlin 35[1985], Heft 6, S. 249–251). Mit diesem Verfahren lassen sich, da es sich um ein teilautomatisiertes Schweißverfahren handelt, Verbindungsqualitäten herstellen, die weitestgehend von den Fähigkeiten des Schweißers unabhängig sind.
Da diese Verbindungen durch Röntgen nicht prüfbar sind, wird die Qualität der Schweißungen an einer auf Biegung beanspruchten Parallelprobe geprüft. Ein erreichter Biegewinkel von 100° ist ein sicheres Zeichen dafür, daß die zum Schweißen notwendigen Parameter richtig eingestellt sind. Die Qualitätssicherung an Hand einer Parallelprobe ist für Anlagen im konventionellen Bereich ausreichend.
Zur Errichtung von Anlagen in Kernkraftwerken kann dieses produktive Schweißverfahren nicht angewandt werden, weil wegen des Fehlens einer zerstörungsfreien Prüfmöglichkeit jeder Fügestelle eventuelle Qualitätsminderungen nicht erfaßt werden können und damit ein gewisses Restrisiko bestehen bleibt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Fügestelle an Rohren aus Stahl zu schaffen, die sich durch eine hohe Zuverlässigkeit auszeichnet, dabei aber einfach in der Herstellung ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Fügestelle an Rohren aus Stahl zu schaffen, deren Festigkeit mindestens der des Grundwerkstoffes entspricht und die so sicher ist, daß kein Restrisiko mehr auftritt, damit auf das Röntgen verzichtet werden kann.
Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die in einem Erwärmungsvorgang hergestellte Rohrverbindung aus einer Diffusionsschweißverbindung und einer kombinierten Diffusionsschweiß-/Lötverbindung besteht, wobei die Diffusionsschweißverbindung und die kombinierte Diffusionsschweiß-/Lötverbindung nicht in einer Ebene liegen.
In vorteilhafter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Lösung ist die zwischen den Rohrstirnflächen hergestellte Diffusionsschweißverbindung von einer mittels Muffe hergestellten kombinierten Diffusionsschweiß-/Lötverbindung ummantelt.
Diese, die Diffusionsschweißverbindung ummantelnde kombinierte Diffusionsschweiß-/Lötverbindung kann auch durch ein T-Stück gebildet werden.

Anschließend sollen kurz die funktionellen Merkmale dieser erfindungsgemäßen Fügestellenkonstruktion beschrieben werden. Als wesentlichster Aspekt sei vorangestellt, daß beide Verbindungen, also die Diffusionsschweißverbindung zwischen den Rohrstirnflächen und die außerhalb dieser Ebene liegende kombinierte Diffusionsschweiß-/Lötverbindung zwischen Rohr und Muffe gleichzeitig, d.h., in einem Erwärmungsvorgang hergestellt werden, um eine Schädigung des Grundwerkstoffs auszuschließen. Dies wird durch ein an sich bekanntes Diffusionsschweißverfahren, das auf der Basis der elektrischen Widerstandserwärmung unter Schutzgas arbeitet, realisiert. Zusätzlich wird aber über den Rohrstoß eine Schiebemuffe montiert. Durch die Stromwärme werden nicht nur die Rohrenden diffusionsgeschweißt, sondern die an den Muffenrändern deponierten Lotringe werden auch geschmolzen. Durch Kapillarwirkung gelangt der flüssige Zusatzwerkstoff in den Spalt zwischen Muffe und Rohr. Überraschenderweise entsteht in diesem Spalt aber keine reine Lötverbindung, sondern eine kombinierte Diffusionsschweiß-/Lötverbindung.
Jede Fügestelle für sich besitzt die Grundstoffestigkeit, so daß gegen ein Versagen der Rohrverbindung von vornherein die doppelte Sicherheit gegeben ist. Käme es dennoch zum Ausfall einer Fügeverbindung, so ist die verbleibende Verbindung immer in der Lage, die auftretenden Kräfte versagensfrei zu übertragen.
Als Zusatzmaterial ist ein Werkstoff zu wählen, dessen Liquidustemperatur im $\gamma + \delta$-Gebiet des zu fügenden Grundwerkstoffes liegt, damit auch gute Bedingungen für das Diffusionsschweißen der Rohrstirnflächen in kurzer Zeit vorliegen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anschließend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.
Dabei zeigen die

Figur 1: den erfindungsgemäßen Aufbau einer Fügestelle an Rohren aus Stahl mittels Schiebemuffe und
Figur 2: den erfindungsgemäßen Aufbau mittels T-Stück.

Rohre aus hochlegiertem Stahl X8CrNiTi 18.10 der Abmessungen 12 × 2 sollen miteinander gefügt werden. Dazu wird eine an sich bekannte, jedoch etwas modifizierte Vorrichtung zum Diffusionsschweißen von Rohren verwendet (Salzberg, P.; Bogdahn, H.; „Herstellen von Schweiß-/Lötverbindungen unter Argon 99,99 mit Widerstandserwärmung", Schweißtechnik, Berlin 35[1985] H.6, S.249–251).
Die Stirnflächen 2 der Rohre 1 werden mit einem Stirnfräser so bearbeitet, daß planparallele und zur Rohrachse senkrecht stehende Flächen entstehen. Nach dem Reinigen der gesamten Fügestelle mit einem fettlösenden Mittel werden Lotringe aus einer Heizleiterlegierung, die im wesentlichen aus 30% Ni, 20% Cr und Rest Eisen besteht, mittels einer Lehre an der Fügestelle ausgerichtet. Zwischen den Lotringen wird die Schiebemuffe 3 montiert. Danach erfolgt das Einspannen der so vorbereiteten Rohrenden in die bereits erwähnte Vorrichtung zum Diffusionsschweißen. Die Modifizierung der bekannten Vorrichtung macht sich erforderlich, weil durch die Anordnung der Muffe um den Rohrstoß der Fügestelle Wärme entzogen wird, während das Rohr bereits die Solidustemperatur erreicht hat. Aus diesem Grund muß der Abstand der Kragträger diesen veränderten Bedingungen angepaßt werden, da ein zu großer Abstand zur Überhitzung des Grundwerkstoffes führt.
Nachdem die Rohrenden in der modifizierten Vorrichtung eingespannt wurden, wird die Schutzgaskammer geschlossen, mit Argon gespült und der Erwärmungsprozeß eingeleitet. Sind die an den Muffenrändern positionierten Lotringe geschmolzen, wird die Erwärmung abgebrochen.
Die so hergestellten Verbindungen besitzen eine doppelte Sicherheit gegenüber den bekannten Schweißnaht- bzw. Lötnahtkonstruktionen. Zwischen den Stirnflächen 2 der Rohre 1 am Rohrstoß ist durch das Wirken von Temperatur, Zeit und Druck (elastische Auslenkung der Kragträger) eine Diffusionsschweißverbindung entstanden. Zusätzlich zu dieser Verbindung wird zwischen Außendurchmesser 4 der Rohrenden und der inneren Mantelfläche der den Rohrstoß ummantelnden Schiebemuffe 3 eine kombinierte Diffusionsschweiß-/Lötverbindung hergestellt.
Diese kombinierte Diffusionsschweiß-/Lötverbindung ist ebenfalls ein Ergebnis der elastischen Auslenkung der Kragträger im Zusammenwirken mit Druck und Temperatur. Dies bewirkt, daß sich in der Schiebemuffe Druckflächen für die zu fügenden Rohre ergeben, in deren Bereich es dann zur Ausbildung eine Diffusionsschweißverbindung kommt. In dem restlichen Spaltbereich bildet sich eine Lötverbindung aus.
Jede Verbindung für sich, sowohl die Diffusionsschweißverbindung als auch die kombinierte Diffusionsschweiß-/Lötverbindung besitzt Grundstoffestigkeit. Damit ist eine so hohe Sicherheit für die Fügestelle erreicht worden, daß ein Restrisiko ausgeschlossen ist und so auf eine zerstörungsfreie Prüfung verzichtet werden kann.
Die gleiche Fügestellenkonstruktion ist auch bei Verwendung von T-Stücken 7 (Fig.2) erzielbar. Hier entstehen im Prinzip drei Fügestellen, wobei jede Fügestelle ebenfalls aus einer Diffusionsschweißverbindung am Rohrstoß 5 und einer kombinierten Diffusionsschweiß-/Lötverbindung an den Mantelflächen der Rohrenden 6 besteht. Es ist lediglich eine Vorrichtung zu verwenden, die das Fügen in 90°-Richtung zuläßt.

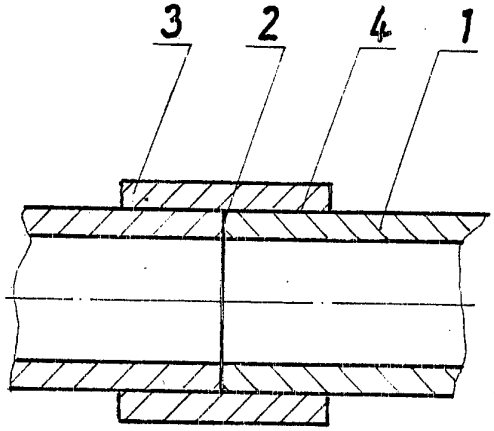


Fig. 1

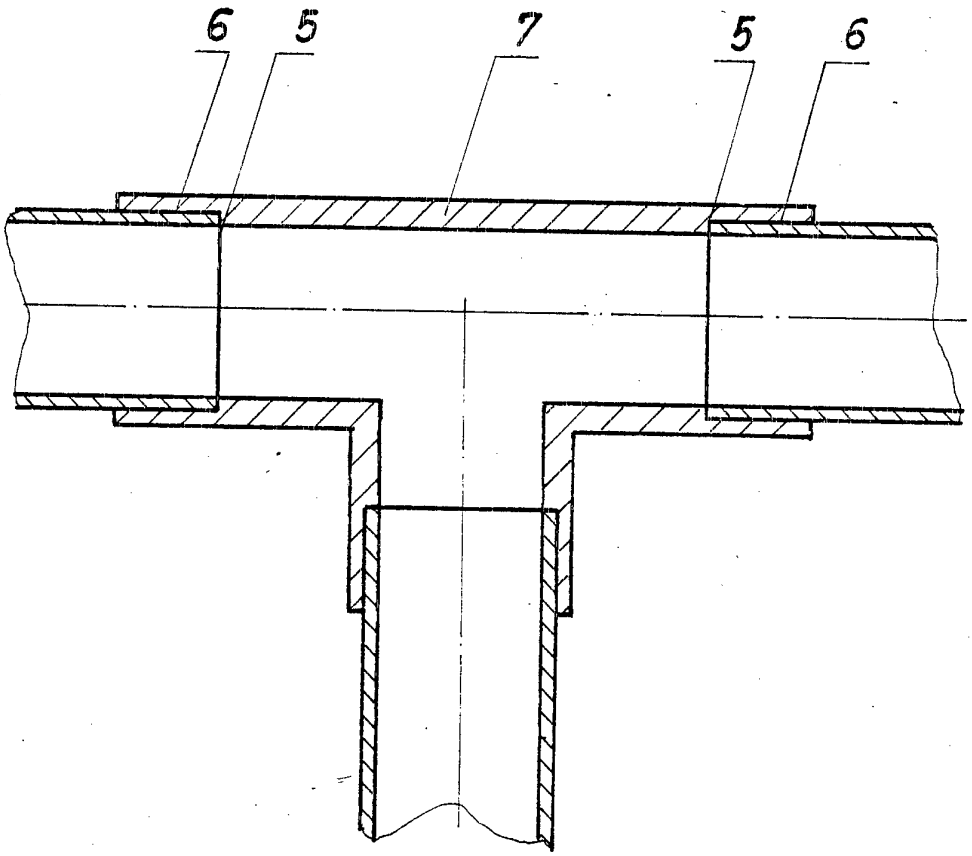


Fig. 2