



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

205 354

Int.Cl.³

3(51) B 23 K 002

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten

Ausführung veröffentlicht

(21) WP B 23 K/ 2407 601

(22) 16.08.82

(44) 28.12.83

- (71) ORGREB-INSTITUT FÜR KRAFTWERKE, VETSCHAU, DD
 (72) MUELLER, BERND, DIPL.-ING.; HAHN, BERND, DIPL.-ING.; GEISSLER, KLAUS, DIPL.-ING.
 PIETZSCH, DIETMAR, DD;
 (73) siehe (72)
 (74) KIPP, HARTMUT ORGREB-INST. F. KRAFTWERKE, ABT. RECHTSSCH. 1058 BERLIN
 SCHOENHAUSER ALLEE 149

- (54) VERFAHREN ZUR SCHWEISSTECHNISCHEN INSTANDSETZUNG GESCHÄDIGTER DRUCKGEFÄSSE UND
 ROHRLEITUNGSELEMENTE

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur schweißtechnischen Instandsetzung geschädigter Druckgefäße und Rohrleitungselemente, wobei die geschädigten Stellen mechanisch oder thermisch bearbeitet und vorgewärmt werden sowie artgleicher oder artfremder Zusatzwerkstoff lagenweise eingebracht wird. Zur vollwertigen Wiederherstellung der Gebrauchswerteigenschaften soll eine rißverhindernde Bearbeitung des lagen- und raupenweise einzubringenden Zusatzwerkstoffes erreicht werden. Dies wird dadurch erreicht, daß mindestens jede zweite Lage des eingebrachten Schweißgutes kaltverformt und auf $\frac{2}{3}$ der ursprünglichen Höhe mechanisch abgearbeitet wird und daß nach Füllen bis auf die ursprüngliche Wanddicke eine zusätzliche Schweißlage mit einem Randabstand zum Grundwerkstoff aufgebracht und nach dem Erkalten bis auf die ursprüngliche Wanddicke mechanisch abgearbeitet wird.

Titel der Erfindung

Verfahren zur schweißtechnischen Instandsetzung geschädigter Druckgefäße und Rohrleitungselemente

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur schweißtechnischen Instandsetzung geschädigter Druckgefäße und Rohrleitungselemente, insbesondere solcher Druckgefäße und Rohrleitungselemente, deren Wandung infolge erosiver Wirkung eines Mediums und/oder durch mechanische, thermische bzw. chemische Einflüsse bzw. deren kombinierten Angriff, partiell zerstört ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, daß Rißschäden an Kesseltrommeln in Kraftwerken dadurch beseitigt werden, daß einzelne Risse bzw. Rißfelder mechanisch entfernt und das abgetragene Material mittels arteigenen oder artfremden Zusatzwerkstoffen ersetzt wird. In Abhängigkeit von der Art des Zusatzwerkstoffes schließt sich diesem Prozeß eine Wärmebehandlung an. Diesen Verfahren haftet jedoch der entscheidende Nachteil an, daß nur Risse bis zu einer begrenzten Tiefe beseitigt, Durchbrüche oder die oft auftretenden Durchstrahlungen bzw. mechanische, thermischen oder chemischen (bzw. deren Kombination) durchgehenden Zerstörungen der Wandung nicht instandgesetzt werden können.

Es ist weiterhin ein Verfahren zur Reparaturschweißung von stark rißgeschädigten Kesseltrommeln bekannt geworden, wobei die Risse in Form einer durchgehenden Mulde bis zu einer Wandschwächung der Kesseltrommel bis 80 % ausgeschliffen, die angrenzenden Bereiche metallisch blank geschliffen und Muldenanfang,-unterbrechung und -ende zur Verhinderung von Einbrandstellung und zur Sicherung des Schweißbades mit der Muldenform angepaßten Deck- und Füllteilen versehen werden, die Kesseltrommel beim Schweißen der Pufferlagen im Bereich der Mulde bis 150 °C derart vorgewärmt wird, daß beidseitig neben und unterhalb der Mulde eine Vorwärmung erfolgt, und daß der artfremde Schweißzusatzwerkstoff von der Muldenmitte wechselweise nach beiden Muldenseiten nach folgender Schweißfolge als tragender Querschnitt eingebracht wird:

- Die insgesamt zu schweißende Muldenlänge wird halbiert, in jeweils Muldenabschnitte gedrittelt und gleichzeitig mit zwei Schweißern von der Muldenmitte wechselweise nach beiden Muldenseiten für Füll- und Decklagen nach den Schritten
 - . Schweißen der Mitteldrittelt
 - . Schweißen des einen Außen- und des einen Innendrittels
 - . Schweißen des anderen Außen- und des anderen Innendrittels
 geschweißt.
 - Schweißen der Pufferlagen in zwei Lagen, wobei beim Schweißen der jeweils folgenden Naht und Lage die vorangegangene zu 50 % aufgeschmolzen und der Einbrand in die Wandung klein gehalten wird;
 - Schweißen der Füll- und Decklagen in drei Lagen, wobei die erste Lage von etwa Mitte Pufferlage zur Muldenseite, die zweite Lage von etwa Mitte erste Lage zur anderen Muldenseite und die dritte Lage in die durch die zwei Lagen gebildete Teilmulde eingebracht wird;
- sowie die beim Schweißen entstandenen Übergänge geschliffen werden.

Durch dieses Verfahren wurde erreicht, daß

- die Gebrauchswerteigenschaften des geschädigten Bauteiles

in begrenztem Umfang wiederhergestellt und
- die Werkstoffreserven des geschädigten Bauteiles besser
genutzt
werden.

Dieses Verfahren ist jedoch ein reines Auftragschweißverfahren auf einen nach dem Ausarbeiten des Rißfeldes noch vorhandenen rißfreien Grundwerkstoff an der Innenseite von Kesseltrommeln. Auf Grund der verschiedenen vorliegenden Schädigungsarten eignet es sich jedoch nicht zur Reparatur partieller Wandungsdurchbrüche. Außerdem beschreibt dieses Verfahren ausschließlich eine Reparaturvariante der Innenwandung einer Kesseltrommel.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist, mittels schweißtechnischer Verfahren ein auf vorstehend genanntem Wege geschädigtes Druckgefäß oder Rohrleitungselement so instandzusetzen, daß eine vollwertige Wiederherstellung der Gebrauchseigenschaften des Druckgefäßes oder der Rohrleitungselemente gewährleistet wird.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Zusatzwerkstoff so einzubringen, daß raupen- und lagenweise eine rißverhindernde Bearbeitung möglich wird.

Dies wird dadurch erreicht, daß erfindungsgemäß mindestens jede zweite Lage des eingebrachten Schweißgutes kaltverformt und auf $\frac{2}{3}$ der ursprünglichen Höhe mechanisch abgearbeitet wird und daß nach Füllen bis auf die ursprüngliche Wanddicke eine zusätzliche Schweißlage mit einem Randabstand zum Grundwerkstoff aufgebracht und nach dem Erkalten bis auf die ursprüngliche Wanddicke mechanisch abgearbeitet wird.

Ausführungsbeispiel

An einem Ausführungsbeispiel wird die Erfindung näher erläutert.

Die an einem Dampfsammler aus Stahl 12 Ch 1 MF durch erosive Dampfeinwirkung durchbrochene Wandung soll erfindungsgemäß instandgesetzt werden.

Dazu wird die durch den Schadensvorgang zuklütete Randzone der Schadstelle bei minimalem Materialabtrag mechanisch geglättet und unter einem Flankenwinkel von maximal 20° zur Schweißung vorbereitet. In Abhängigkeit von der geometrischen Gestalt des zur Schweißung vorbereiteten Wanddurchbruches erfolgt das bedarfsweise Einbringen einer entsprechend gestalteten und angepaßten Schweißbadsicherung.

Je nach dem eingesetzten Zusatzwerkstoff erfolgt eine örtliche Vorwärmung des Sammlers im Bereich der instandzusetzenden Schadstelle (Abmessung: $10 \times$ Wanddicke s rings um den Schadensbereich) auf folgende Temperaturen:

- bei Ni-Fe-Zusatzwerkstoffen auf $100 - 150^{\circ}\text{C}$ (bei hochnickelhaltigem Ni-Fe-Zusatzwerkstoff kann die Wärmebehandlung entfallen) und
- bei artgleichen Zusatzwerkstoffen auf $250 - 350^{\circ}\text{C}$.

Diese Vorwärmtemperaturen werden während des gesamten Schweißprozesses aufrechtgehalten.

Beim Schweißen mit Badsicherung erfolgt das Einbringen des Zusatzwerkstoffes durchgängig mittels Lichtbogenhandschweißung, beim Schweißen ohne Badsicherung kombiniert als WIG- und Lichtbogenhandschweißung.

Das lagenweise Einbringen des Zusatzwerkstoffes erfolgt so, daß beim Schweißen mit Badsicherung der Aufbau der Schweißlagen so erfolgt, daß das Schweißgut lagenweise, an den Flanken beginnend, zur Mitte des Durchbruches hin eingebracht wird. Es wird mit Elektroden mit einem Durchmesser von 3,25 mm bei minimaler Stromstärke geschweißt. Pendelbewegungen werden vermieden.

Beim Schweißen ohne Badsicherung wird mittels WIG-Verfahren die Wurzelschweißung in mindestens 2 Lagen durchgeführt und anschließend wie beim Schweißen ohne Badsicherung verfahren. Nach jeder Schweißraupe und jeder -lage wird die Schweißrichtung geändert. Jede Lage wird z. B. durch Pressen, Strahlen, Drücken oder Hämmern kaltverformt (unterhalb Rekristallisationstemperatur) und anschließend auf $2/3$ ihrer Nahthöhe abgeschliffen.

Nach Füllen des Durchbruches bis zum Erreichen der ursprünglichen Wanddicke erfolgt das Aufbringen einer zusätzlichen Lage auf das Füllschweißgut, wobei ein Abstand von ca. 2 mm zum Grundwerkstoff einzuhalten ist.

Nach dem Erkalten dieser zusätzlichen Lage wird diese wieder bis auf die ursprüngliche Wanddicke abgeschliffen.

Die nur bei Verwendung artgleicher Zusatzwerkstoffe notwendige Wärmenachbehandlung, die innerhalb von 72 h nach dem Erkalten des Schweißgutes durchzuführen ist, erfolgt bei $720 - 750^{\circ}\text{C}$. Die Haltezeit beträgt im angegebenen Beispiel 150 Minuten. Innerhalb der angegebenen Zeitspanne von 72 h darf das Druckgefäß nicht belastet werden (auch Transport ist nicht zulässig).

Durch die Erfindung wird erreicht, daß

1. der Zusatzwerkstoff mit geringster Wärmemenge in raupen- und lagenweiser Schweißrichtungsänderung eingebracht und dadurch die Höhe der Schrumpfspannungen als Folge des Schweißens auf einem Minimum gehalten und unerwünschte Gefügeveränderungen weitgehend eingeschränkt werden,
2. durch die Kaltverformung eine Druckeigenspannung erzeugt wird, die dazu führt, daß die noch verbleibenden Spannungen infolge des Schweißens weiter abgebaut werden,
3. eventuell beim Schweißen verursachte und/oder durch die Kaltverformung eintretende Defekte und Oberflächenfehler, z. B. zu hoher Verformungsgrad oder Mikrorisse, beseitigt werden und für die folgende Lage eine optimale Nahtvorbereitung als Voraussetzung für ein fehlerfreies Schweißgut geschaffen wird,

4. durch das Aufbringen einer Zusatzlage und dem damit verbundenen Anlaßeffect für die Decklage der Schweißverbindung eine vollständige Homogenisierung des Schweißgutes erzielt wird. Das nachträgliche mechanische Abarbeiten der Zusatzlage führt zu einer völlig kerbfreien Anpassung des Schweißgutes an die Oberflächengeometrie des Bauteils und zur Beseitigung der Schrumpfwirkung durch diese Lage,
5. der Randabstand zwischen Zusatzlage und Grundwerkstoff bewirkt, daß die negativen Effekte metallurgische Kerben entlang der Schmelzlinie und in der Wärmeeinflußzone im an die Decklage angrenzenden Grundwerkstoff durch die Anlaßwirkung abgebaut und die negativen Einflüsse entlang der Schmelzlinie der Zusatzlage in das im Vergleich zum Grundwerkstoff zähere Schweißgut verlagert werden,
6. durch die erzielte Struktur- und Eigenschaftsverbesserung des Schweißgutes das geschädigte Bauteil materialökonomisch und technisch optimal ausnutzbar ist, wobei der für die Reparatur erforderliche Aufwand wesentlich geringer als bei bisher angewandten Reparaturverfahren (Paßstückwechsel, Flickenschweißung) wird.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur schweißtechnischen Instandsetzung geschädigter Druckgefäße und Rohrleitungselemente, wobei die geschädigten Stellen mechanisch oder thermisch bearbeitet und vorgewärmt werden sowie artgleicher oder artfremder Zusatzwerkstoff lagenweise eingebracht wird, gekennzeichnet dadurch, daß mindestens jede zweite Lage des eingebrachten Schweißgutes kaltverformt und auf $\frac{2}{3}$ der ursprünglichen Höhe mechanisch abgearbeitet wird und daß nach Füllen bis auf die ursprüngliche Wanddicke eine zusätzliche Schweißlage mit einem Randabstand zum Grundwerkstoff aufgebracht und nach dem Erkalten bis auf die ursprüngliche Wanddicke mechanisch abgearbeitet wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Zusatzwerkstoff von den Flanken beginnend zur Mitte lagenweise eingebracht und nach jeder Schweißraupe sowie jeder Lage die Schweißrichtung geändert wird.