



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

224011
(11) (B1)

[51] Int. Cl.³
G 01 N 27/24

(22) Prihlášené 14 05 81
(21) [PV 3542-81]

(40) Zverejnené 25 02 83

(45) Vydané 15 04 86

[75]
Autor vynálezu

RAČKO DUŠAN ing. CSc., BRATISLAVA

(54) Spôsob kontroly celistvosti zvarových spojov počas oblúkového zvarovania a zapojenie pre prevádzkanie tohto spôsobu

1

Vynález sa týka spôsobu kontroly celistvosti zvarových spojov počas oblúkového zvarovania a zapojenia pre prevádzkanie tohto spôsobu.

V súčasnosti existuje množstvo nedeštruktívnych metód vrátane rádiografie, kapilárnych metód, ultrazvuku — pre kontrolu hotových zvarových spojov. Pre zistenie a lokalizovanie necelistvostí vo zvaroch počas zvarovania je však prakticky možné uplatniť len metódu akustickej emisie. Aplikáciu tejto metódy pre kontrolu zvarových spojov uviedli ako prví C. K. Day a W. D. Jolly v roku 1968. Správy týchto autorov však neuvádzajú žiadne údaje o použitej aparatúre. Pre súčasný stav techniky je charakteristická zmena štatútu metódy akustickej emisie z laboratórnej výskumnej metódy na nedeštruktívnu metódu kontroly s priemyselným využitím. Firemné aparatury pre tento účel, ktoré sú s súčasnosťou na trhu, pracujú na základe použitia piezoelektrického snímača pomocou ktorého je akustická emisia menená na elektrické signály, ktoré sa filtrujú frekvenčnou pásmovou priepustou, zosilňujú vo výkonovom zosilňovači a po prispôbení registrujú v registračnej časti tvorenej napríklad zapisovačom, sčítačom, osciloskopom atď. Vzhľadom nato, že pri snímaní akustickej emisie zo zvarového spoja dochádza k vytvá-

2

raniu rôznych druhov interferenčných zdrojov, ktoré môžu skresliť interpretáciu signálov týkajúcich sa celistvosti zvarového spoja, používajú sa rôzne ochrany proti tejto interferencii od najjednoduchšej pomocou frekvenčnej a amplitúdovej diskriminácie po komplikované ochrany. Avšak hoci existujú odlišnosti v spracovaní signálov akustickej emisie, ich detekcia je principiálne rovnaká a spočíva vo využití piezoelektrického snímača, predzosilňovača, frekvenčného filtra a výkonového zosilňovača. Použitie existujúcich aparátúr pre snímanie akustickej emisie teda predpokladá umiestnenie snímača na povrchu zvarenca a jeho odstránenie po ukončení zvaracieho procesu. Okrem toho treba uvažovať ohriatie materiálu zvarencov od zvaracieho procesu, nakoľko toto ovplyvnenie pôsobí na citlivosť snímača a môže ho úplne vyradiť z prevádzky. Akustická emisia, ktorá sa uvoľňuje pri zvaraní materiálov, je elastické vlnenie šíriace sa zvaraným materiálom, ktoré má svoj pôvod vo vzniku mikrodynamických dejov impulzného charakteru ako napríklad posuv dislokácií, tvorba mikrotrhlín, martenzitická transformácia, tvorba trhlín, praskanie trosky atď. Energia, ktorá sa uvoľňuje pri týchto mikrodynamických dejoch, sa sčasti mení na diskrétné vlnenie, ktoré sa vo forme guľových vlnno-

plôch šíri materiálom, až dosiahne povrch zvarenca kde sa mení na Raleighove alebo Lambove vlny. Je zrejmé, že pozorovaním týchto vln sa dosiahne i sledovanie ich zdroja, teda i vznikajúcej necelistvosti vo zvarovom spoji. Ostatné zdroje akustickej emisie, ktoré nesúvisia s tvorbou necelistvosti sa môžu filtrovať alebo sa zohľadnia štatisticky. Nakoľko z energetickej bilancie vyplýva, že tvorba necelistvosti je z uvažovaných zdrojov akustickej emisie najväčšia, realizovateľnosť tohoto zohľadnenia sa dá zdôvodniť.

Uvedené nevýhody sa odstránia spôsobom kontroly zvarových spojov počas oblúkového zvarovania podľa vynálezu, ktorého podstata spočíva v tom, že zo zvaracej elektródy a zvarenca sa pomocou kontaktov elektrického obvodu snímacej aparatury snímajú zmeny napätia na zváracom oblúku vyvolané zmenami jeho dĺžky, ktoré sú spôsobované charakteristickými vlnami akustickej emisie z tvoriacej sa necelistvosti. Tieto zmeny napätia na zváracom oblúku sa zosilňujú, filtrujú a signalizujú snímacou aparaturou, čím sa signalizuje samotná tvoriaca sa necelistvosť.

Spôsob kontroly celistvosti zvarových spojov počas oblúkového zvarovania podľa vynálezu umožňuje zapojenie podľa vynálezu, ktoré má na elektródu pre oblúkové zvarovanie a na zvarenec zapojený sériový ladený obvod s laditeľnou rezonančnou frekvenciou od 100 do 200 kHz, na ktorý je zapojený operačný zosilňovač vo funkcii predzosilňovača s fixným ziskom 40 dB, ktorého výstup je pripojený na frekvenčný filter s pásmom priepuste od 100 do 200 kHz tvorený Cowerovým hornopriepustným a Cowerovým doplnopriepustným filtrom v kaskádnom zapojení, ďalej je zapojený výkonový zosilňovač, ktorý zabezpečuje zisk 60 dB s možnosťou mernenia, napríklad zmenšenia tejto nominálnej hodnoty, RC-člen a cez prispôsobovací transformátor signalizácia.

Výhodou spôsobu kontroly celistvosti zvarových spojov počas oblúkového zvarovania a zapojenia pre prevádzkanie tohto spôsobu podľa vynálezu je, že celistvosť zvarových spojov možno sledovať bez inštalácie špeciálneho snímača, či sa už jedná o snímač piezoelektrický, kapacitný alebo magnetostriekny. Tým sa kontrola celistvosti zvarových spojov pomocou akustickej emisie pri oblúkovom zvaraní stáva mobilnejšia, pružnejšia a jej citlivosť nezávisí na spôsobe uchytenia snímača a na jeho frekvenčnej charakteristike. Citlivosť snímání nie je ovplyvňovaná ohriatím materiálu zvarencov od zvaracieho procesu. Snímání akustickej emisie počas zvarovania nemôže byť prerušené náhodným zhodením snímača. Tým, že sa signály akustickej emisie premenia napríklad na zvukové efekty registrovateľné sluchom, zvärač je príbežne informovaný o celistvosti zvaru, ktorý práve robí, bez toho, že by to od neho vyžadovalo nejaké špeciálne úkony pre obdržanie týchto informácií. Týmto však nie je vylúčená možnosť ostatných spôsobov zá-

znamu akustickej emisie z tvoriacej sa necelistvosti.

Na obrázku je nakreslená bloková schéma zapojenia pre prevádzkanie spôsobu kontroly celistvosti zvarových spojov počas oblúkového zvarovania.

Pri kontrole celistvosti zvarových spojov počas oblúkového zvarovania sa postupovalo nasledovne. Pred započatím zvarovania sa na zvaráciu elektródu 1 a na zvarenec 2 pripojili elektródy sériového ladeného obvodu 3 a zvärač ho naladil približne na stred frekvenčnej priepuste, ktorá je od 100 do 200 kHz. Po zapálení zvaracieho oblúka a započatí zvaracieho procesu snímacia aparatura zapojená podľa vynálezu snímala zmeny napätia na zváracom oblúku vyvolané modelovanou necelistvosťou a tieto po zosilnení a filtrovaní signalizovala, pričom v tomto prípade sa pre signalizáciu použil osciloskop. Toto bolo znamením pre zvärača, ktorý bol takto informovaný o stave zvarového spoja a mohol v prípade potreby prerušiť zvarací proces, respektíve zmeniť jeho parametre.

Na elektródu 1 pre oblúkové zvarovanie a na zvarenec 2 je pripojený sériový ladený obvod 3 s laditeľnou rezonančnou frekvenciou od 100 do 200 kHz, ohmickým odporom od 100 do 200 ohmov a kvalitou $Q=300$. Na tento je zapojený operačný zosilňovač 4 vo funkcii predzosilňovača s fixným ziskom 40 dB, ktorého výstup je pripojený na frekvenčný filter 5 s pásmom priepuste od 100 do 200 kHz tvorený Cowerovým hornopriepustným filtrom a Cowerovým doplnopriepustným filtrom v kaskádnom zapojení. Ďalej je zapojený výkonový zosilňovač 6, ktorý zabezpečuje napäťový zisk 60 dB s možnosťou mernenia tejto nominálnej hodnoty. Ďalej je zapojený RC-člen 7 a cez prispôsobovací transformátor 8 signalizácia 9.

Zmeny napätia na zváracom oblúku vyvolané zmenami dĺžky zvaracieho oblúka, ktoré sú spôsobované vlnami akustickej emisie z tvoriacej sa necelistvosti, sa snímajú pomocou elektród sériového ladeného obvodu 3 naladeného najvhodnejšie na stred používanej frekvenčnej priepuste, ktorá je od 100 do 200 kHz. Tým sa dosiahne potlačenie rušivých signálov spadajúcich do pásma frekvenčnej zádrže frekvenčného filtra 5 a zvýraznia sa signály zo vznikajúcej trhliny, ktoré frekvenčne z veľkej časti spadajú do frekvenčnej priepuste frekvenčného filtra 5. Toto zvýraznenie sa pri kvalite použitého rezonančného obvodu $Q=300$ prejaví v tristo-násobnom zväčšení amplitúdy napäťových zmien vyvolaných akustickou emisiou z tvoriacej sa necelistvosti. Tieto zvýraznené signály sa zosilňujú v operačnom zosilňovači 4 so ziskom 40 dB. Takto upravené signály sa vedú do frekvenčného filtra 5 s frekvenčnou priepustou od 100 do 20 kHz. V tejto priepusti je najväčšia pravdepodobnosť výskytu signálov zo šíriacej sa necelistvosti a najmenšia pravdepodobnosť výskytu rušivých

signálov. Rušivé signály do ktorých treba zahrnúť i napäťové zmeny zvaracieho oblúka vyvodené pohybmi zvaracej elektródy, sínusový priebeh napätia pri zvaraní striedavým prúdom, elektromagnetické rušivé signály z vysokofrekvenčných zdrojov atď., sa týmto spôsobom odrušia. Prefiltrované signály z tvoriacej sa necelistvosti sa potom privádzajú do výkonového zosilňovača 6 kde sú zosilňované tak, aby sa mohli spracovať v registračnej časti tvorenej napríklad RC-členom 7 a signalizáciou 9. RC-člen 7 prevádza vysokofrekvenčné signály na nízkofrekvenčné, ktoré môžu byť zachytené signalizáciou

9 napríklad vo forme zvukových signálov. Pre impedančné prispôsobenie je pridaný prispôsobovací transformátor 8. Signalizácia 9 indikuje šíriace sa necelistvosti čo informuje zvarača, že dané parametre zvaracieho procesu nie sú správne nastavené.

Vynález je možné použiť všade tam, kde sa používa oblúkové zvaranie, predovšetkým však pri zvaraní materiálov náchylných na tvorbu trhlín, pri automatizácii oblúkového zvarania, pri zvaraní viacvrstvovými zvarmi, pri zvaraní ropovodov, pri zvaraní komponentov pre jadrové elektrárne atď.

PREDMET VYNÁLEZU

1. Spôsob kontroly celistvosti zvarových spojov počas oblúkového zvarania, vyznačený tým, že zo zvaracej elektródy a zvarenca sa pomocou kontaktov elektrického obvodu snímacej aparatury snímajú zmeny napätia na zvaracom oblúku vyvolané zmenami jeho dĺžky spôsobovanými charakteristickými vlnami akustickej emisie z tvoriacej sa necelistvosti, ktoré sa zosilňujú, filtrujú a signalizujú snímacou aparaturou, čím sa signalizuje samotná tvoriaca sa necelistvosť.

2. Zapojenie pre prevádzkanie spôsobu podľa bodu 1, vyznačené tým, že na elektródu (1) pre oblúkové zvaranie a na zvarenec

(2) je zapojený sériový ladený obvod (3) s laditeľnou rezonančnou frekvenciou od 100 do 200 kHz, na ktorý je zapojený operačný zosilňovač (4) vo funkcii predzosilňovača s fixným ziskom 40 dB, ktorého výstup je pripojený na frekvenčný filter (5) s pásmom priepuste od 100 do 20 kHz tvorený Cowerovým hornopriepustným filtrom a Cowerovým dolnopriepustným filtrom v kaskádnom zapojení, ďalej je zapojený výkonový zosilňovač (6), ktorý zabezpečuje napäťový zisk 60 dB s možnosťou menenia tejto nominálnej hodnoty, RC-člen (7) a cez prispôbovací transformátor (8) signalizácia (9).

