



УКРАЇНА

(19) UA (11) 76901 (13) C2
(51) МПК (2006)
C21D 1/04МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ УДАРНОЇ ОБРОБКИ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

1

(21) а200501120

(22) 08.02.2005

(24) 15.09.2006

(46) 15.09.2006, Бюл. № 9, 2006 р.

(72) Гришанов Аркадій Олександрович, Гришанова
Ірина Аркадіївна(73) Гришанов Аркадій Олександрович, Гришанова
Ірина Аркадіївна

(56) UA, 61757, A, 17.11.2003

UA, 60390, C2, 16.12.2002

UA, 23001, A1, 30.06.1998

UA, 47536, C2, 16.10.2000

SU, 1420035, A1, 30.08.1988

SU, 1646815, A1, 07.05.1991

SU, 472782, 05.06.1975

SU, 1759611, A1, 07.09.92

RU, 2179919, C2, 27.02.2002

RU, 2031144, C1, 20.03.1995

JP, 2004122152, 22.04.2004

JP, 2004169104, 17.06.2004

2

(57) 1. Спосіб ультразвукової ударної обробки зварних з'єднань, який включає подавання вимушених коливань ультразвукової частоти через перетворювач на ударні елементи і вплив на оброблювану поверхню матеріалу ударними елементами з заданою амплітудою зміщення, а також подачу до місця обробки кавітованого середовища, який відрізняється тим, що додатково вздовж зварного шва пластичним деформуванням виготовляють розвантажувальні канавки, які охоплюють навколошовну зону зварного з'єднання.

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що здійснюють плавний перехід від шва до основного металу радіусом, який забезпечує зниження концентрації напруг.

3. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що глибину розвантажувальної канавки, яка залежить від місця розташування переходу з високою концентрацією напруг, виконують на ділянці навколошовної зони із сприятливою структурою металу.

Винахід стосується технології обробки металів тиском і може бути використаним в різних галузях промисловості: металургійній, машинобудівній, хімічній і т.і., а також в зварювальному виробництві для підвищення міцності і довготривалості зварних з'єднань металоконструкцій.

Відомий спосіб ультразвукової ударної обробки [а.с. СССР №1420035, кл. C21D1/04, 1987г.]. Основним недоліком даного рішення є некоректне регулювання режиму навантаження. В зв'язку з цим спостерігається велика витрата енергії, низькі якість і продуктивність ультразвукової ударної обробки.

Відомий спосіб наклепки металевих виробів [декларативний патент на винахід України №61757A, кл. C21D1/04, 17.11.2003, бюл. №11].

Недоліком вищезгаданого рішення, прийнятого нами за прототип, є низькі продуктивність ударної обробки і довготривалість зварних з'єднань металоконструкцій.

Поставлена комплексна задача розширити технології можливості способу, підвищити якість, збільшити продуктивність ультразвукової ударної

обробки, а також підвищити міцність і довготривалість зварних з'єднань металоконструкцій.

Вказана задача розв'язана таким чином, що спосіб ультразвукової ударної обробки, який включає подавання вимушених коливань ультразвукової частоти через перетворювач на ударні елементи і вплив на оброблювану поверхню матеріалу ударними елементами з заданою амплітудою зміщення, а також подачі до місця обробки кавітованого середовища, який відрізняється тим, що додатково вздовж зварного шва пластичним деформуванням виготовляють розвантажувальні канавки, охоплюючи навколошовну зону зварного з'єднання, здійснюють плавний перехід від шва до основного металу радіусом, забезпечуючим зниження концентрації напруг, а також глибину розвантажувальної канавки, яка залежить від місця розташування переходу з високою концентрацією напруг, роблять на ділянці навколошовної зони зі сприятливою структурою металу.

Серед факторів, впливаючих на опір втоми, найбільш важливим є концентрація напруг. Зварні з'єднання не є винятком. Місця переходу шва на

(13) C2

(11) 76901

(19) UA

основний метал неодноразово ставали осередками втомних руйнувань машин і споруд.

Зварним з'єднанням властива концентрація напружень не тільки від діючих навантажень, але і від залишкових напруг. Встановлено також, що залишкові напруги впливають не тільки на зародження, але і на швидкість розвитку втомних тріщин. Стискуючі залишкові напруги зменшують швидкість розвитку тріщин, а розтягуючі - збільшують. Взаємодія залишкових і робочих напруг перевірялась на моделях з полікарбонату.

Полікарбонат - оптично-активний матеріал, який має хорошу прозорість. Концентрація напружень на моделях досліджувалась поляризаційно-оптичним методом.

Для оцінки впливу полів залишкових напружень було використано найбільш продуктивний спосіб, оснований на зміні швидкості проходження ультразвукової хвилі в металі, випробовуючи певні напруги. З цією метою використовувалась прилад "ПІОН", розроблений в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України.

Для зняття залишкових напруг розтягу і наведення сприятливих напруг стиснення, а також зменшення концентрації напруг нами запропонований оригінальний спосіб утворення розвантажувальної канавки в зоні термічного впливу (ЗТВ) з допомогою ультразвукового ударного інструмента.

Основна перевага рішення, що заявляється, полягає у можливості регулювання режиму зміцнення. Змінюючи геометричні параметри розвантажувальної канавки (глибину, ширину, радіуси сполучення) можна ефективно впливати на рівень формованого поля залишкових напруг, на властивості поверхневих шарів металу навколошовної зони і в цілому на працездатність зварного з'єднання.

Приклад. Оцінка ефективності заявленого способу обробки виконувалась при зварюванні стикових з'єднань. Ультразвуковій обробці піддавали поверхню поля залишкових напруг і перехід металу шва до основного металу.

В роботі використовували пристрій для ультразвукової ударної обробки. В якості джерела живлення пристрою використовується ультразвуковий тиристорний генератор УТГУ-1,2-27:

вихідна потужність, кВт	0,4-1,2;
частота, кГц	24-30;
амплітуда коливань хвилеводу, мкм	до 30;
маса, кг	3,5.

Технічне рішення, що заявляється, може здійснюватися вручну оператором або в автоматичному режимі. Наприклад, при обробці зварних з'єднань пристрій монтується на зварювальному обладнанні (автомат для зварювання металів).

В якості ультразвукового ударного інструменту використовували одно- і багатокількові зміцнювачі, а також багатоголчасті зміцнювачі з твердосплавних гілок-ударників в наборі від 3 до 17 штук і стрижнів з алмазними наконечниками.

Режим зміцнення регулюється зміною статичного тиску інструменту, часу ультразвукової обробки, підбором ударного інструменту.

ЗТВ є обов'язковим супутником шва при всіх видах електрозварювання плавленням. Основний метал поблизу місця зварювання при цьому нагрі-

вається як від безпосереднього впливу дуги, так і внаслідок теплопровідності; по мірі віддалення від шва нагрів поступово знижується, починаючи від температури плавлення металу (1500°C) до температури 150-100°C. На Фіг.1 схематично зображені п'ять ділянок ЗТВ: I - ділянка перегріву з крупнозернистою відманштеттовою структурою; II - ділянка повної перекристалізації з дрібнозернистою структурою; III - ділянка неповної перекристалізації з частковим подрібненням зерна основного металу; IV - ділянка рекристалізації; V - ділянка старіння. Величина ЗТВ при зварюванні низьковуглецевої сталі порівняно невелика. Вона коливається в межах 4-5мм.

Величина ділянки ЗТВ, яка визначає ширину розвантажувальної канавки, полягає в тому, щоб місце переходу шва до основного металу (центр концентрації напружень) розташовувалося в зоні II-ої ділянки ЗТВ, що має повністю ступінчасту структуру, яка має більшу опірність втомним руйнуванням.

Виходячи з викладеного глибина розвантажувальної канавки (Фіг.2) має величину, порівняну з висотою розташування місця переходу шва до основного металу, яка відноситься до II-ої ділянки ЗТВ. Глибина розвантажувальної канавки має бути не менше 2мм в залежності від матеріалу і способу зварювання.

Концентрація напружень, що викликається формою з'єднання в заявлюваному рішенні знижена шляхом створення повільного переходу на основний метал ЗТВ ультразвуковим ударним інструментом. Нами запропонований радіус галтелі R, рівний середньому арифметичному суми товщини поєднаних перерізів

$$R = \left(\frac{1}{3} : \frac{1}{6} \right) \frac{H+a}{2},$$

де H, a - геометричні параметри шва і розвантажувальної канавки, відповідно (див. Фіг.2).

Прямі сполучення стінок для чавуна і сплавів Mg і Al

$r=0,3 (A-a);$

для сталі і сплавів Cu

$r=0,4 (A-a),$

де r - радіус галтелі розвантажувальної канавки

A - товщина основного металу.

Деформація ЗТВ при наклепці призводить до руйнування крупного зерна (I ділянка), змінюється нахил стовпчастих дендритів. При ударній обробці ультразвуком мікроструктура виходить більш дрібнозернистою, що покращує пластичність, характеристики пластичності підвищуються: відносне зрушення ψ - на 20%, відносне подовження δ - на 15%; ударна в'язкість a_n - на 20%, а межа витривалості σ_{-1} - на 20÷30%.

Слід відмітити, що в заявлюваному рішенні тільки сукупність вказаних заходів дає можливість різко знизити концентрацію напруг, збільшити міцність і довготривалість зварних з'єднань. На відміну від прототипу, де обробці надається шов, ЗТВ і основний метал, в заявлюваному способі оброблюється тільки зона термічного впливу. Тобто така

обробка більш продуктивна і спрямована на створення в місцях концентрації більш сприятливих стискаючих напруг.

Випробування зразків на втомленість проводили на машині УРС-200/20 по ГОСТ 24217-80 (див. табл.).

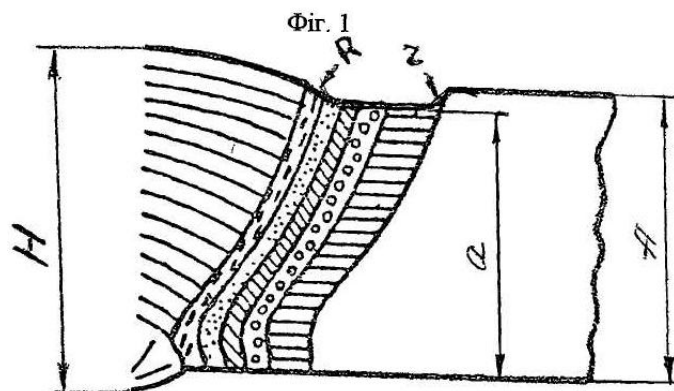
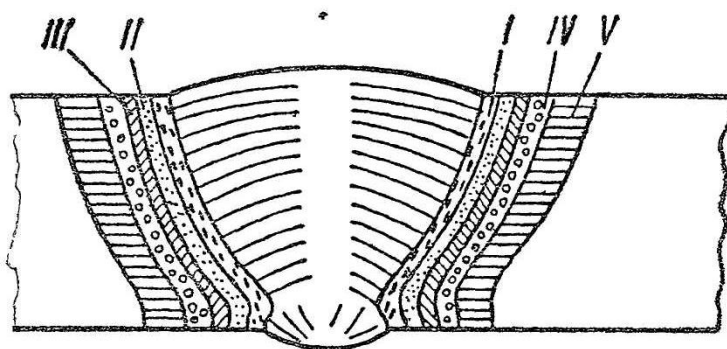
Позитивний ефект досягнуто за рахунок різкого зниження концентрації напруг, збільшення продуктивності праці, а також глибини і ступеню наклепки.

Запропоноване технічне рішення може бути використано при зварюванні металоконструкцій, а також при виконанні ремонтних робіт. Об'єкт, який заявляється, пройшов лабораторні дослідження і дослідно-промислової перевірку в натурних умовах при ремонті мостів.

Орієнтований термін доведення об'єкта, який заявляється, до промислового використання - один рік.

Таблиця

Сталь	З'єднання	Коефіцієнт асиметрії циклу	Межа витривалості, МПа			Швидкість обробки, м/год	
			У вихідному стані	рішення, яке заявляється	прототип	рішення, яке заявляється	прототип
Низьковуглецева	стикове	0,0	140	295	240	1,8	1,2
Високоміцна	"-	-1,0	80	210	165	1,9	0,95
"-	"-	-1,0	70	190	150	1,85	1,0
"-	"-	0,0	110	240	200	2,1	1,1
"-	"-	+0,6	340	560	525	2,0	1,2
"-	кутове	-1,0	40	235	200	1,7	0,65
"-	те ж	0,0	100	280	260	1,8	0,7
"-	"-	+0,6	200	310	270	1,85	0,8



Фиг.2