

складання або зварювання конструкції. Таким чином, оснащення, розроблене для виготовлення тих або інших конструкцій, повинне створюватися з урахуванням використання його й для боротьби з деформаціями. У деяких випадках це призводить до значного ускладнення оснащення і його подорожчання.

В роботі проведено дослідження ефективності боротьби з деформаціями тонколистових полотнищ на основі порівняння значень величини стрілки прогину зварених листів, а саме відхилення із площини. Матеріал для досліджень – листову низьковуглецева сталь марки ВСт3пс розмірами 200×200 мм товщиною 1 мм. Зварювання – механізоване в середовищі вуглекислого газу. Режим зварювання – сила струму 60 А, напруга 19 В, швидкість зварювання 16 м/год., витрати газу 8 л/хв.

На основі проведених експериментів встановлено, що при зварюванні у вільному стані листів без закріплення стрілка прогину складає значення 4 мм; при жорсткому закріпленні листів до жорсткого технологічного оснащення шляхом притискання технологічними вантажами на відстані 12 мм від стику стрілка прогину складала 3 мм; при використанні створення в полотнищі початкових напружень розтягу за рахунок кріплення полотнища до жорсткої основи за допомогою планок з наступним накладенням на них холостих валиків [3] стрілка прогину складала значення 2 мм (метод потребує великої затрати часу та багато експериментів для отримання задовільного результату); зварювання листів в не закріпленому стані з примусовим тепловідводом, який створили за допомогою мінеральної вати, просоченої водою, дозволило отримати стрілку прогину 1 мм.

Проаналізувавши результати проведених експериментів вирішили що перспективним напрямком можна вважати застосування примусового тепловідводу за допомогою пористих матеріалів, просочених водою, тому що ці матеріали дешеві і можуть багаторазово використовуватися. Це, в свою чергу, дозволяє уникнути в технологічному процесі виготовлення зварної конструкції марних пристосувань і непродуктивної витрати праці на виготовлення малоефективного оснащення.

Список використаних джерел

1. Окерблом Н.О., Демянцевич В.П., И.П. Байкова. Проектирование технологии изготовления сварных конструкций. – Л.: Судпромгиз, 1963. – 602 с.
2. Жидков А.Б. Зниження залишкових деформацій в тонколистових металоконструкціях шляхом примусового тепловідводу: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.03.06. – Київ, 2000. – 18 с.
3. Лобанов Л.М. Напруження та деформації при зварюванні і паянні: підручник / Л.М. Лобанов, Г.В. Єрмолаєв, В.В. Квасницький, О.В. Махненко, Г.В. Єгоров, А.В. Лабарткава. – Миколаїв: НУК, 2016. – 248 с.

УДК 621.791.18

ПРОБЛЕМИ ПІДГОТОВКИ ПОВЕРХНІ МЕТАЛУ ПІД ДИФУЗІЙНЕ ЗВАРЮВАННЯ

Хрустальов В.І., студ. гр. ЗМЗВп-181, **Герасименко М.М.**, студ. гр. ЗМЗВп-181

Науковий керівник: **Ющенко С.М.**, к.т.н., доцент

Чернігівський національний технологічний університет

Дифузійне зварювання (ДЗ) матеріалів у твердому стані – це спосіб отримання монолітного з'єднання, що утворюється внаслідок виникнення міжатомних зв'язків у результаті зближення контактних поверхонь за рахунок локальної пластичної деформації при підвищеній температурі, яка забезпечує взаємну дифузію в поверхневих шарах з'єднуваних матеріалів.

Відмінною рисою дифузійного зварювання від інших способів зварювання тиском є відносно високі температури нагріву та порівняно невисокі питомі зусилля при ізотермічній витримці від декількох хвилин до декількох годин. Зближення поверхонь на міжатомній відстані відбувається за рахунок деформації повзучості. Для захисту металу можливе використання газових і рідких середовищ, але, зазвичай, зварювання ведуть у вакуумі [1].

Спосіб заснований на використанні процесу дифузії металів. Деталі, що з'єднуються, поміщають у зварювальну камеру, з підтримкою постійного вакууму зі ступенем розрідження 10⁻²-10⁻⁵ мм. рт. ст. Деталі в камері нагрівають і стискають питомим тиском порядку 5-12 МПа. Вакуум підтримується безперервною роботою вакуумних насосів, що відкачують гази, які надходять у зварювальну камеру через нещільності системи, а також адсорбовані поверхнями апаратури. Дуже важлива температура нагріву металу, яка дорівнює (0,5-0,8) від температури плавлення основного металу (Тпл). Безперервно діючий тиск деформує всі виступи та нерівності гарячого металу і забезпечує необхідне прилягання по всій поверхні.

Одним з вагомих недоліків ДЗ є високі вимоги до очищення і полірування поверхонь перед зварюванням. Основним технологічним прийомом для утворення фізичного контакту між деталями, що зварюються, є застосування додаткових засобів активації поверхонь. Відомо, що атомній взаємодії перешкоджає оксидний шар, що перебуває на поверхні контактуючих металевих поверхонь. В умовах вакууму 1,33·10⁻³-1,33·10⁻⁶ Па і нагрівання до температури (0,3-0,7) Тпл пари води, газові молекули й жирові плівки зникають із металевої поверхні. Таким чином, від того, що буде відбуватися під час нагрівання у вакуумі із шаром оксидів, буде залежати зварюваність металів у твердій фазі як в однорідній, так і в різномірній комбінації [2].

Сьогодні існує безліч способів очищення поверхонь від різних забруднень. Для прискорення процесу руйнування оксидної плівки можливе застосування ультразвуку (УЗ). Коливання з частотою від одиниць Герц (Гц) до 20 Герц називаються інфразвуковими, при частоті від 20 Гц до 16-20 кГц коливання створюють чутні звуки. Ультразвукові коливання відповідають частотам від 16-20 кГц до 108 Гц, а коливання з частотою більше 108 Гц отримали назву гіперзвукових. Застосування ультразвукових коливань високої інтенсивності забезпечує

10-1000-кратне прискорення процесів, що протікають між двома або кількома неоднорідними середовищами (розчинення, очищення, знежирення, дегазація тощо) [3].

Ультразвукове очищення є більш швидким, забезпечує високу якість і відмиває важкодоступні ділянки. При цьому забезпечується заміна високотоксичних, вогнебезпечних та дорогих розчинників звичайною водою. За допомогою високочастотних ультразвукових коливань проводиться очищення автомобільних карбюраторів та інжекторів за декілька хвилин. Причина прискорення очищення в кавітації – особливому явищі, при якому в рідині утворюються дрібні газові бульбашки. Ці бульбашки лопаються (вибухають) і створюють потужні гідропотоки, які вимивають весь бруд. На цьому принципі працюють сучасні пральні машини і малі мийні установки. УЗ очищає метали від полірувальних паст, прокат від окалини, дорогоцінні камені від полірувальних місць, ефективно відбувається очищення друкованих форм, прання тканин, мийка ампул, а також трубопроводів складної форми. Ультразвукові хвилі займають широкий діапазон, який перебуває у межах: у повітрі швидкість поширення звуку c становить ≈ 330 м/с, а довжина хвилі λ відповідно $\approx (1,6-0,3) \cdot 10^{-4}$ см; у рідинах $c \approx 1200$ м/с, $\lambda \approx (6-1,2) \cdot 10^{-4}$ см; у твердих тілах $c \approx 4000$ м/с, а довжина хвилі λ , з огляду на частотний діапазон в 16 октав, $\approx (20-4) \cdot 10^{-4}$ см [4].

Сутність процесу полягає в тому, що одночасно з тиском до заготовок прикладають поле механічних коливань високої частоти ($f = 18-180$ кГц). Руйнування поверхневих плівок відбувається в результаті взаємного тертя, нагріву та тиску. Сили тертя виникають при дії на заготовки, що стиснені осью силою, механічних коливань ультразвукової частоти. Для цього використовують магнітострикційний ефект, який полягає в зміні розмірів деяких металів, сплавів і керамічних матеріалів при їх намагнічуванні і розмагнічуванні під дією змінного магнітного поля. В результаті відбувається інтенсивне механоабразивне зношування поверхневих плівок. Тривалість і ефективність їх зносу залежать від конкретних умов у зоні зварювання. При утворенні фізичного контакту поверхонь, їх стисненні до рівня границі плинності матеріалів, що зварюються і підвищенні температури в зоні зварювання до величини (0,4-0,6) Тпл відбувається процес взаємодії на атомарному рівні. Утворені вузли schoплювання розростаються в результаті інтенсивних дифузійних процесів [5].

Авторами роботи [6] для очищення поверхонь, пропонується застосування ультразвуку в миючому розчині. При ультразвуковому способі відбувається передача енергії від випромінювача крізь рідке середовище до поверхні, що очищується. У рідкому середовищі при частоті коливань 20-25 кГц виникають великі прискорення, що призводить до появи дрібних бульбашок, при розриванні яких в мікрооб'ємі виникає велика сила гідравлічного удару. При цьому відбувається руйнування вуглецевих відкладень протягом 2-3 хв., а масляних плівок 30-40 с. Цей спосіб застосовується, як правило, для очищення дрібних деталей складної форми [6].

Однак застосування ультразвукових коливань в миючому розчині для очищення поверхонь при дифузійному зварюванні не є доречним, оскільки основою миючого розчину є рідина, яка не видаляється на 100% з поверхні металу, а її залишки призведуть до хімічної реакції з металом і відновлення окисної плівки на поверхні, та насичення металу активними речовинами розчину.

На основі аналізу літературних джерел і практичного досвіду, на нашу думку, можна припустити наступне: для очищення поверхонь деталей, що зварюються, замість миючої рідини, можливим є застосування стиснених інертних газів (аргон, неон, гелій тощо). При цьому процес ультразвукового очищення, імовірно, обумовлений рядом специфічних явищ в газовому середовищі, викликаних дією інтенсивного ультразвуку: кавітації, енергійного мікропотоку, акустичного тиску, звукокапілярного ефекту.

Ми вважаємо, що перспективи застосування запропонованого методу підготовки поверхонь досить широкі: по-перше, в середовищі газу можливе створення ультразвукових хвиль різної амплітуди і довжини, по-друге, гази інертні, тобто не вступають в хімічну реакцію з металом, до того ж, вони безпечні для людини та навколишнього середовища. Якість та швидкість очищення при цьому, імовірно, дуже високі, а витрати газу мають бути мінімальні. Крім того, газове середовище можна застосовувати безпосередньо в дифузійній камері, а після завершення зварювання не залишатиметься відходів. Однак, у той же час, якість очищення суттєво залежить від частоти коливань, щільності акустичної енергії та форми поля, властивостей газового середовища і міцності зв'язку забруднюючих речовин з поверхнею, що очищується. Тому, звичайно, дане припущення потребує проведення подальших експериментальних досліджень.

Список використаних джерел

1. Казаков Н.Ф. Диффузионная сварка материалов / Н.Ф. Казаков. - М: Машиностроение, 1976. – 120 с.
2. Кочергин К. А. Сварка давлением / К. А. Кочергин. – Л. : Машиностроение, 1972. – 216 с.
3. Квасницький В.В. Спеціальні способи зварювання: Підручник / В.В. Квасницький. – Миколаїв: УДМУТ, 2003. – 110 с.
4. Опорний конспект лекцій із дисципліни «Використання ультразвуку в харчовій промисловості» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» усіх форм навчання / укл. Г.М. Постнов, В.М. Червоний. – Електрон. дані. – Х. : ХДУХТ, 2018. – 112 с.
5. Хмелев В.Н. Ультразвуковая размерная обработка материалов / В.Н. Хмелев, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок. – Бийск: Изд-во Алтайского гос. технич. ун-та, 1999. – 120 с.
6. Дудніков А.А. Проектування технологічних процесів сервісних підприємств: навч. посібн. / А.А. Дудніков, П. В. Писаренко, О. І. Біловод та ін. – Вінниця. 2011. – 323 с.