

Винахід стосується пристрою і способу з'єднання зварюванням тертям торців деталей великої подовжньої протяжності. Зокрема, винахід стосується пристрою і способу виконання співвісного стикового з'єднання зварюванням тертям рейок і подібних деталей.

Згідно зі Стандартом DIN 1910 стикове з'єднання зварюванням виконується сплавленням матеріалів під впливом тепла і/або тиску. У місці стику з'єднаних деталей утворюється зв'язок металу.

При зварюванні тертям з'єднані поверхні заготовок або деталей переміщують одну відносно іншої під тиском, і, після того як за рахунок тертя поверхневі області нагріються, деталі притискують одну до одної з формуванням зв'язку металу.

Зварюванням тертям можна з'єднувати одну з одною або прикріплювати до заготовки переважно деталі вісесиметричної форми, причому щонайменше одну деталь обертають навколо осі, тобто переміщують відносно іншої, і притискують до неї з певним зусиллям. Теплота, що виділяється на з'єднаних поверхнях внаслідок тертя, розігрівляє поверхневі області до температури, при якій матеріал заготовки починає розм'якшуватися. Власне зварювання відбувається при зупинці деталей/деталі і стисненні з'єднаних поверхонь із великою силою, так званої осьової проковці, внаслідок чого формується надійне з'єднання матеріалів.

З'єднання, одержані шляхом зварювання тертям, і пристрої для їх формування можуть мати велике практичне і економічне значення для певних матеріалів і швидкого з'єднання невеликих або компактних деталей, однак у разі стрижнів великої подовжньої протяжності і подібних деталей, обертальний рух для розігрівання областей з'єднання за рахунок тертя часто можливий лише при значних витратах, а в багатьох випадках - лише теоретично.

Зокрема, у разі довгомірних стрижнів профільного перерізу, таких як, наприклад, ходові рейки або фасонні балки, співвісне стикове з'єднання шляхом зварювання тертям із суміщенням за профілем поперечного перерізу видається неекономічним і таким, що не забезпечує необхідної якості.

З патенту ФРН № 198 07 457 А1 відомий спосіб з'єднання залізничних рейок шляхом зварювання тертям, в якому між з'єднуваними кінцями лінійними або орбітальними коливальними рухами переміщують проміжну вставку. При цьому обидва кінці притискують у подовжньому напрямі рейок до проміжної вставки, щоб на обох поверхнях контакту між кінцем кожної рейки і відповідною поверхнею зрізу проміжної вставки одержати необхідну для зварювання теплоту за допомогою енергії, що виділяється внаслідок тертя.

Однак при такому трудомісткому з'єднанні рейок виникають дві перехідні зони зварного шва, що призводить до збільшення кількості потенційно слабких місць, що вимагають ретельного контролю якості. Крім того, забезпечення якості може ускладнити температурний режим в області формування з'єднання при зварюванні тертям, а також технологічну послідовність операцій.

Тому головною задачею винаходу є створення пристрою, охарактеризованого на початку опису, за допомогою якого можна з'єднувати один з одним шляхом зварювання тертям довгі стрижні профільного перерізу, наприклад, рейки при прокладенні рейкових шляхів, причому з можливістю осьового вирівнювання і одержання збіжного за перерізом високоякісного з'єднання матеріалу деталей.

Ще однією метою винаходу є створення типового способу зварювання тертям стрижнів, зокрема, рейок, за допомогою якого можна досягнути щільного, однорідного і збіжного за перерізом з'єднання кінців із мікроструктурою високої якості в області з'єднання.

Поставлена задача вирішується згідно з винаходом тим, що запропонований пристрій для зварювання тертям має виконані з можливістю зближення затискні засоби для затиску кінців деталей, з яких щонайменше один виконаний з можливістю переміщення відносно іншого паралельно площині поперечного перерізу деталі зі зміщенням від її осі, а також приведення в нерухоме положення співвісно один одному.

Переваги, що досягаються винаходом, полягають, по суті, в можливості підвищення точності управління операціями, необхідними для забезпечення високої якості зварювання деталей тертям, а також у можливості одержання шляхом зварювання тертям збіжного за перерізом стикового з'єднання, наприклад, рейок, причому з утворенням в області зварного шва валика незначних розмірів, який легко видаляється.

Якщо, як може бути передбачено згідно з винаходом, щонайменше один затискний засіб виконати з можливістю обертання навколо осі з'єднання, можна досягнути оптимально рівномірного розігрівання кінців деталей по всій площі поперечного перерізу.

У одному варіанті здійснення винаходу перевагою є те, що обидва затискні засоби виконані з можливістю кругового руху в один бік на відповідній відстані один від одного навколо осі з'єднання. Цей варіант здійснення дозволяє, з одного боку, досягнути за рахунок тертя рівномірного розігрівання в передбаченій області з'єднання при технологічно оптимальному і значною мірою плавному протіканні процесу переміщень, а, з іншого боку, має перевагу негайного приведення кінців деталей в нерухомий стан для здійснення власне процесу з'єднання після суміщення осей з'єднаних деталей.

Для максимально плавного руху і можливості швидкого регулювання відносного положення зварюваних деталей, для переміщення затискного засобу і для його приведення в нерухомий стан на одній осі з деталлю передбачений привідний ексцентриковий засіб, виконаний з можливістю регулювання зміщення від осі.

Особлива перевага в зв'язку з процесом переміщення досягається, коли затискні засоби оснащені привідними засобами, зв'язаними з ними з можливістю взаємодії з ексцентриковими засобами.

У одному варіанті здійснення запропонованого пристрою, в якому затискні засоби, що знаходяться один навпроти одного виконані з можливістю переміщення або приведення в нерухомий стан за допомогою розміщених на валі регульованих ексцентрикових засобів, а також передбачено переважно протилежно-спрямоване зміщення від осі обертання і осьове суміщення кінців деталей, зокрема, одночасним керуючим впливом на ексцентрикові засоби. Перевага виявляється не тільки відносно техніки управління, але і в можливості одержання економічної і технологічно оптимальної конструкції.

Ще одна мета винаходу досягається тим, що охарактеризований на початку опису спосіб відрізняється тим, що кінці деталей виконані у вигляді плоских, перпендикулярних подовжній осі, торцевих поверхонь, а на етапі розігрівання ці з'єднані торцеві поверхні притискують одна до одної, і кінець щонайменше однієї деталі переміщують відносно кінця іншої деталі зі зміщенням від осі. Таким чином торцеві області доводять до підвищеної температури або температури утворення з'єднання, після чого виконують осьове суміщення деталей з приведенням з'єднаних деталей в нерухомий стан, і область зварювання осаджують до щільного з'єднання металу кінців деталей під підвищеним тиском.

Перевага такого здійснення способу зварювання полягає головним чином в тому, що переміщення деталей, що викликає тертя, відбувається без їх обертання, і тому при зміні напрямку руху не виникає великих інерційних сил. При цьому кінець щонайменше однієї деталі приводиться при прикладенні притискного зусилля в коливальний рух відносно кінця іншої деталі в площині їхніх торців. Тому після досягнення поверхнями тертя необхідних для з'єднання параметрів приведення торців деталей в нерухомий стан із суміщенням за поперечним перерізом буде вимагати вельми незначних сил. Якщо для оптимального розігрівання кінець деталі переміщувати в площині поперечного перерізу при пружному вигині кінцевих областей деталей, відновлювальні сили призведуть до осьового вирівнювання деталей перед проковкою або щонайменше будуть сприяти цьому, і так можна одержати особливо високоякісний зв'язок металу.

Щоб процес переміщення протікав більш плавно, підвищувати температуру або досягати температури утворення з'єднання торцевих поверхонь деталей доцільніше круговими рухами кінця щонайменше однієї деталі.

У одному варіанті виконання, якому віддається найбільша перевага, для підвищення температури торцевих областей деталей їхні кінці приводять в круговий рух в однаковому напрямі на певній відстані навколо осі вирівнювання або з'єднання при прикладенні притискного зусилля, що робить можливим вкрай ефективне одержання щільного якісного зварного з'єднання при ще більшій плавності процесу і скороченні переміщень кінців деталей. При цьому знижуються також технологічні витрати на приведення кінців деталей в нерухомий стан.

Для передбаченого в процесі з'єднання осьового вирівнювання деталей зі складними профілями поперечного перерізу і забезпечення високої якості зварювання перевага може бути віддана варіанту, при якому після стикування торцевих поверхонь і зміщення кінців деталей від осі для їх розігрівання притискне зусилля знизити, виконати суміщення деталей по осі, а потім підвищити притискне зусилля для з'єднання металу.

У деталей, таких як рейки із загартованої сталі і сплавів, при формуванні з'єднання шляхом зварювання тертям у зоні зварного стику і/або зоні термічного впливу зварювання можуть з'являтися області з неоптимальною, крихкою мікроструктурою. Така структура, наприклад, мартенситна, утворюється, якщо під час зварювання матеріал набуває аустенітну структуру, тобто переходить у кубічну графентровану атомну структуру, і після з'єднання деталі швидкість охолодження, а особливо відведення тепла в деталі, настільки великі, що структурне перетворення відбувається вміть і без дифузії. Згідно з винаходом, цей недолік може бути усунений тим, що перед робочим розігріванням області торцевих поверхонь деталей заздалегідь підігрівають.

У варіанті, якому віддається найбільша перевага, попереднє підігрівання областей торцевих поверхонь деталей виконують шляхом їх взаємного переміщення зі зменшеним встановлювальним притиском, причому, з одного боку, можна оптимально використати зварювальний пристрій для розігрівання кінців деталей, а, з іншого боку, можна запобігти окисненню зварюваних поверхонь.

Далі винахід буде пояснений за допомогою креслення, що зображає один із варіантів його здійснення.

На єдиній фігурі схематично показаний пристрій для зварювання тертям А.

Для з'єднуваних деталей 1, 1' передбачені затискні засоби 2, 2', рознімно з'єднані з кінцями 11, 11' деталей за допомогою притискних деталей 21, 21'. Затискні засоби 2, 2' з'єднані з можливістю взаємодії із щонайменше одним регульованим ексцентриковим засобом 3, 3', що приводиться у обертання через вал 41 електродвигуном або подібним приводом, причому за допомогою керувальних елементів 31, 31' ексцентрикових засобів 3, 3' можна регулювати величину ексцентриситету.

Коли ексцентрикові засоби 3, 3' приводяться у обертання валом 41 за допомогою електродвигуна 4 і встановлюються елементами 31, 31', що змінюють ексцентриситет в різних напрямках, зокрема, в протилежних напрямках, то відносно зварюваних кінців 11, 11' деталей виконуються різноспрямовані, зокрема, протилежно спрямовані коливання відповідних поверхонь ексцентриків. Однак ексцентрикові засоби 3, 3' з'єднані із затискними засобами 2, 2' з можливістю взаємодії, при необхідності, через підшипники 5, 5', так що вони, і, як наслідок, затиснуті в них кінці 11, 11' деталей, переміщуються один відносно одного. Для затискних засобів 2, 2' може передбачатися ще одна опора (не показана) у вигляді плаваючого підшипника або, при необхідності, ексцентрикового засобу, що приводиться у обертання з тією самою кутовою швидкістю.

При здійсненні способу зварювання тертям з'єднувані деталі 1, 1' кінцями 11, 11', що мають перпендикулярні до осі плоскі торцеві поверхні 12, 12', затискають за допомогою притискних деталей 21, 21' в затискних засобах 2, 2' і з використанням притискних зусиль $+x_1$, $-x_1$ приводять у контакт. Завдяки різноспрямованому зміщенню затискних засобів 2, 2' від осі під дією притискної сили відбувається відносне, таке, що викликає тертя, переміщення поверхонь 12, 12' торців деталей на кінцях 11, 11', що знаходяться в контакті. Таке відносне зміщення затискних засобів 2, 2' зумовлене різноспрямованим ексцентриситетом ексцентрикових засобів 3, які з'єднані з ними з можливістю взаємодії і мають привід від електродвигуна 4 через вал 41.

При взаємному відносному переміщенні поверхонь 12, 12' поперечного перерізу за рахунок тертя виділяється тепло, яке нагріває області торцевих поверхонь до температури утворення з'єднання. Після досягнення такої температури за допомогою керувальних елементів 31, 31' прямо і одночасно виконується усунення ексцентриситету ексцентрикових засобів 3, 3', і тим самим приведення кінців деталей в нерухомий стан з осьовим суміщенням і подальшим притисненням із зусиллями $+x_2$, $-x_2$ торцевих поверхонь 12, 12'.

Після певного охолодження утвореної зони термічного впливу зварювання, при необхідності задавання особливих властивостей матеріалу в цій області з пониженням швидкості шляхом підігрівання кінців 11, 11' деталей, можна, нарешті, виконати механічне здавлення матеріалу шляхом прикладення тиску або осьовою проковкою і одержати збіжне за профілем з'єднання.

