

Винахід відноситься до області електродугового наплавлення і може бути використаний при виготовленні двошарової сталі в металургії.

Виготовлення двошарової сталі обмежено складністю забезпечення якісного з'єднання вуглеродистого і плакувального шарів.

Відомий спосіб виготовлення двошарової сталі шляхом наплавлення слябів легованими матеріалами і наступною прокаткою металу [1].

Однак при цьому в процесі прокатки під дією значних питомих навантажень і різних коефіцієнтів лінійного розширення порушується зчеплення плакувального й вуглеродистого шарів.

Відомий спосіб виготовлення двошарової сталі шляхом наплавлення шару, що плакує, легованими матеріалами на вуглеродисту сталь [2].

Однак даний спосіб виготовлення двошарової сталі є дуже трудомістким, вимагає значних витрат електроенергії і не забезпечує надійного зчеплення плакувального й вуглеродистого шарів, унаслідок можливого утворення гартівних структур у зоні сплави.

Відомий, узятий за прототип, спосіб виготовлення двошарової сталі, при якому з'єднання шарів роблять за рахунок пропущення по вуглеродистому і плакувальному металі постійного струму однакового напрямку, величину якого встановлюють у залежності від розмірів металу [3].

Однак для якісного зчеплення необхідне пропущення по плакувальному і вуглеродистому шарам постійного струму великої величини.

В основу винаходу поставлена задача розробити спосіб виготовлення двошарової сталі, у якому використання нових умов здійснення дій дозволить забезпечити виникнення електромагнітних сил міжatomної взаємодії по всій поверхні контакту, надійне зчеплення шарів, підвищення механічних властивостей, стійкості до міжкристалітної корозії і зниження величини струму, що пропускається по плакувальному і вуглеродистому шарам.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що в способі виготовлення двошарової сталі, при якому з'єднання роблять за рахунок пропущення по вуглеродистому і плакувальному металу постійного струму однакового напрямку, відповідно винаходу прикладають механічний тиск, величину якого встановлюють у залежності від процесу відповідно до виразу:

$$P = (25 - 27) \cdot 10^5 \frac{\delta}{l}, \text{МПа},$$

де  $\delta$  - товщина шару, що плакує, мм;

$l$  - величина струму, що пропускається по металу, А.

Додаток механічного тиску в даній залежності забезпечує виникнення нового ефекту збільшення електромагнітного поля під дією прикладеного механічного тиску і комплексний вплив електромагнітного і механічного тиску на з'єднуючі поверхні вуглеродистого і плакувального шарів. Електромагнітний тиск визначається індукцією поля в квадратичній залежності. При цьому індукція електромагнітного поля залежить від величини струму і відстані від осі провідника зі струмом. На початку, коли з'єднуючі поверхні вуглеродистого і плакувального шарів розташовуються на відстані більш міжatomного, електромагнітні сили притягання й електромагнітний тиск менше механічного тиску. Під дією механічного тиску поверхні, що з'єднуються, у місці контакту зближаються. При цьому електромагнітні сили притягання й електромагнітний тиск різко зростають. Електромагнітний тиск стає на початку більше границі текучості, і починається процес пластичної деформації, при якому окісні плівки видавлюються з контактних поверхонь вуглеродистого і плакувального шарів. Потім у міру зближення атомів контактних поверхонь на міжatomну відстань електромагнітний тиск стає більше межі міцності, і забезпечується міцне зчеплення вуглеродистого і плакувального шарів. Механічний тиск на початку процесу є імпульсом, що різко підвищує електромагнітний тиск і збільшує сили міжatomної взаємодії. Це забезпечує міцне зчеплення вуглеродистого і плакувального шарів, високі механічні і корозійні властивості при менших значеннях величини струму.

Всі існуючі способи виготовлення двошарової сталі засновані на зближенні атомів на міжatomну відстань за рахунок механічного тиску, розплавлення вуглеродистого і плакувального шарів, виникнення електромагнітних сил притягання.

Заявлений винахід заснований на ефективному способі зближення атомів за рахунок електромагнітного притягання, що підсилюється шляхом додатка механічного тиску в залежності від товщини шару, що плакує, і величини струму, що пропускається по металу.

Отже, даний спосіб виявляє свої властивості - забезпечення виникнення сил міжatomної взаємодії по всій поверхні контакту вуглеродистого і плакувального шарів за певних умов, а саме при додатку механічного тиску, величину якого встановлюють у залежності від процесу відповідно до вираження:

$$P = (25 - 27) \cdot 10^5 \frac{\delta}{l}, \text{МПа},$$

де  $\delta$  - товщина шару, що плакує, мм;

$l$  - величина струму, що пропускається по металу, А.

Виходить, ці умови є істотними, а додаток механічного тиску в заявленій залежності від товщини шару, що плакує, і величини струму, що пропускається, забезпечує виникнення нового ефекту різкого збільшення електромагнітного поля, електромагнітного тиску, виникнення сил міжatomної взаємодії при менших значеннях величини струму і міцне зчеплення вуглеродистого і плакувального шарів по всій поверхні контакту.

При додатку механічного тиску в процесі виготовлення двошарової сталі величиною менш  $25 \cdot 10^5 \frac{\delta}{l}$ , МПа не забезпечується видавлювання окісної плівки між контактними поверхнями й одержання ефекту різкого збільшення електромагнітного поля. У результаті не забезпечується зближення атомів на міжatomну відстань, що приводить до необхідності збільшувати струм, що пропускається по металу, підвищенню витрат електроенергії і при пропущенні меншого струму до порушення міцності зчеплення вуглеродистого і плакувального шарів.

При додатку механічного тиску більш  $P = 27 \cdot 10^5 \frac{\delta}{l}$ , МПа, зменшується ефект електромагнітного притягання і не забезпечується міцне зчеплення вуглеродистого і плакувального шарів на атомному рівні, що знижує механічні властивості двошарових сталей. Крім того, при високих механічних тисках на крайках утворюються тріщини, що також приводить до зниження механічних властивостей і корозійної стійкості двошарової сталі.

Спосіб виготовлення двошарової сталі здійснюється в такий спосіб. Роблять підготовку поверхонь і збірку вуглеродистого і плакувального шарів. До зібраного металу здійснюють токопідвід, пропускають постійний струм однакового напрямку і прикладають механічний тиск у залежності

$$P = (25 - 27) \cdot 10^5 \frac{\delta}{l}, \text{МПа.}$$

Приклад. Вироблялося виготовлення двошарової сталі, що складає зі сталі Ст. 3 товщиною 2 мм і легованої сталі Х18Н10Т товщиною 0,5 мм шляхом пропущення постійного струму однакового напрямку і додатка механічного тиску різної величини. Як джерело харчування використовували випрямляч контактного зварювання. Токопідвід здійснювався до легованій і вуглеродистій сталі. Результати проведених досліджень впливу величини механічного тиску на механічні властивості і корозійну стійкість двошарової сталі представлені в таблиці.

У результаті проведених досліджень встановлено, що при пропущенні по вуглеродистому і плакувальному металі постійного струму однакового напрямку додаток механічного тиску величиною  $P = (25 - 27) \cdot 10^5 \frac{\delta}{l}$ , МПа, є оптимальним. Використання пропонованого способу в порівнянні з існуючими забезпечує наступні переваги:

- надійне зчеплення вуглеродистого і плакувального шарів за рахунок різкого збільшення електромагнітного тиску, зближення атомів на міжатомну відстань і взаємне проникнення атомів двох шарів;
- підвищення міцності двошарової сталі й опору зрізу в результаті збільшення площі контакту вуглеродистого і плакувального шарів під дією електромагнітного тиску, що зростає в квадратичній залежності від індукції електромагнітного поля;
- підвищення стійкості до міккристалітної корозії внаслідок незначного перемішування вуглеродистого і плакувального шарів;
- зниження енергоємності процесу і собівартості виготовлення двошарової сталі.

Використання пропонованого способу забезпечує високі механічні властивості і стійкість до міккристалітної корозії.

Таблиця

Спосіб	Умовна площа порушень сплошності, см <sup>2</sup>		Відносна площа усіх учитив. порушень сплошн.	Опір зрізу, Н/мм <sup>2</sup>	Глиби на корозії, мм/рік
	мінімально учитиваємих	максимально допустимих			
Відомий (прототип) Пропонований	20	500	2,0	200	0,2
$\delta = 0,5 \text{ мм}, I = 20000 \text{ А}$ $P = 24 \cdot 10^5 \frac{\delta}{l}$ (60 МПа)	20	500	2,0	200	0,2
$P = 28 \cdot 10^5 \frac{\delta}{l}$ (70 МПа)	20	500	2,0	250	0,2
$P = 25 \cdot 10^5 \frac{\delta}{l}$ (62,5 МПа)	20	500	1,0	250	0,1
$P = 27 \cdot 10^5 \frac{\delta}{l}$ (67,5 МПа)	20	500	1,0	250	0,1
$\delta = 0,5 \text{ мм}, I = 15000 \text{ А}$ $P = 24 \cdot 10^5 \frac{\delta}{l}$ (80 МПа)	20	500	2,0	200	0,2
$P = 28 \cdot 10^5 \frac{\delta}{l}$ (93,3 МПа)	20	500	2,0	200	0,2
$P = 25 \cdot 10^5 \frac{\delta}{l}$ (83,3 МПа)	20	500	1,0	250	0,1
$P = 27 \cdot 10^5 \frac{\delta}{l}$ (90 МПа)	20	500	1,0	250	0,1

#### Література

1. Технология электрической сварки плавлением металлов и сплавов. М.: Машиностроение, 1974. - 767с.
2. Фрумин И.И., Юзвенко Ю.А., Лейначук Е.И. Технология механизированной наплавки. М.: Высшая школа, 1965. - 306с.
3. Пат. України 20478 В23К9/00 Спосіб виготовлення двошарової сталі. / В.І. Щетиніна, С.В. Щетинін, В.В. Чигарьов.