

АНАЛІЗ СПОСОБІВ НАПЛАВЛЕННЯ ПОКРИТТІВ НА МІДНІЙ ОСНОВІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджено процес наплавлення мідних покриттів на поверхні сталевих деталей та встановлено закономірності формоутворення покриттів від режиму. Покриття найвищої якості отримано шляхом наплавлення на мінімально можливих режимах без проплавлення сталеві основи автоматичним способом в середовищі аргону дротом марки М1. Аналіз мікрошліфів таких зразків показав мінімальне проплавлення основного металу та перемішування його з наплавленим, що дозволяє отримувати чисте покриття на основі міді з мінімальним вмістом домішок.

Ключові слова: Відновлення, покриття, наплавлення, мідь.

Abstract

The process of surfacing of copper coatings on the surface of steel parts is investigated and the regularities of forming of coatings from the regime are established. The highest quality coating is obtained by surfacing in the minimum possible modes without melting the steel base automatically in an argon environment with M1 wire. Analysis of microgrinds of such samples showed minimal penetration of the base metal and mixing it with the weld, which allows to obtain a pure coating based on copper with minimal impurities.

Key words: Restoration, coating, surfacing, copper.

Вступ

В сучасних реаліях подорожчання енергетичних носіїв та продуктів чорної і особливо кольорової металургії особливої популярності набуває створення та використання біметалів. Деталі з таких матеріалів можуть мати основу з відносно дешевої сталі чи чавуну а функціональне покриття з кольорового сплаву, наприклад, на основі міді. Нанесення покриттів на мідній основі дозволяє створити біметалічну деталь якій будуть притаманні дифузійні властивості на відмінну від звичайного металу.

Матеріали на основі міді часто використовуються в підшипниках ковзання. Також існують механізми в яких підшипники мають великий розмір, наприклад, вали великого діаметру, для яких звичайних підшипників кочення не виготовляють, різного роду вали машин з ударним та вібраційним навантаженням. Собівартість виготовлення цільних деталей з кольорового металу є високою і це не завжди доцільно в сучасних умовах. Тому робота покликана вирішити цю, та аналогічні проблеми шляхом створення біметалевих композитів для підшипників та інших деталей є актуальною.

Результати дослідження

В рамках запланованих досліджень наплавка мідних покриттів проводилась трьома способами: неплавким електродом в середовищі аргону, ручним способом покритим електродом, та автоматичним в середовищі CO₂ і аргону.

Наплавлення неплавким електродом в середовищі аргону має свої переваги над іншими, які полягають в нормованому введенні кількості теплоти та присадкового матеріалу. Це дозволяє отримувати покриття малої товщини. За рахунок нижчої температури плавлення та більшої текучості покриття на мідній основі здатні заповнювати найменші дефекти що можуть виникати при виконанні наплавлення покриттів на мідній основі на основну деталь. Разом з тим з підвищенням сили зварювального струму відбувається інтенсивне нагрівання зразків і проплавлення основного металу, що призводить до перемішування міді із сталлю і погіршення якості отриманих покриттів.

Наплавлення міді та її сплавів на сталь можна виконувати за допомогою вугільного електроду, але при такому виді наплавлений шар не захищається від впливу зовнішнього середовища, тому при даному способі наплавлення присадковий дріт покривають різного виду флюсами (бура і тд.)

Наплавлення покритим електродом за допомогою ручного дугового зварювання на малих струмах супроводжується значним пороутворенням за рахунок поганого захисту і формуванням

високих нерівномірних валиків. Технологічно наплавлення можливе лише на малих струмах, оскільки за рахунок високої теплопровідності мідного електроду він досить швидко нагрівається. Це призводить до перегріву його обмазки і її осипання при збільшенні зварювального струму.

Найкращі результати за якістю наплавленого покриття отримано шляхом наплавлення автоматичним способом в середовищі аргону (рисунок 1). Проводячи зовнішній огляд стає зрозуміло, що наплавлений шар добре скріпився з основним, утворивши чітку зону сплавлення без пор та дефектів. За рахунок підбору оптимального режиму вдалося отримати мінімальне проплавлення основного металу і гарну якість наплавленого матеріалу.



Рисунок 1 – Зразки наплавлені автоматичним способом в середовищі аргону

Із наплавлених різними способами зразків були зроблені мікрошліфи, визначення мікроструктури яких проводилась за допомогою мікроскопу МИМ-8М. Зображення фіксувались за допомогою цифрової камери.

Мікроструктурний аналіз зони сплавлення між мідним покриттям і сталлю показав наявність чіткої границі без включень і несплавлень (рисунок 2). У деяких випадках виявлено локальні пори та взаємопроникнення металу зварного шва і міді, проте таке перемішування локальне, не поширюється у глиб зварного шва і, тому, не впливає на механічні властивості з'єднання.

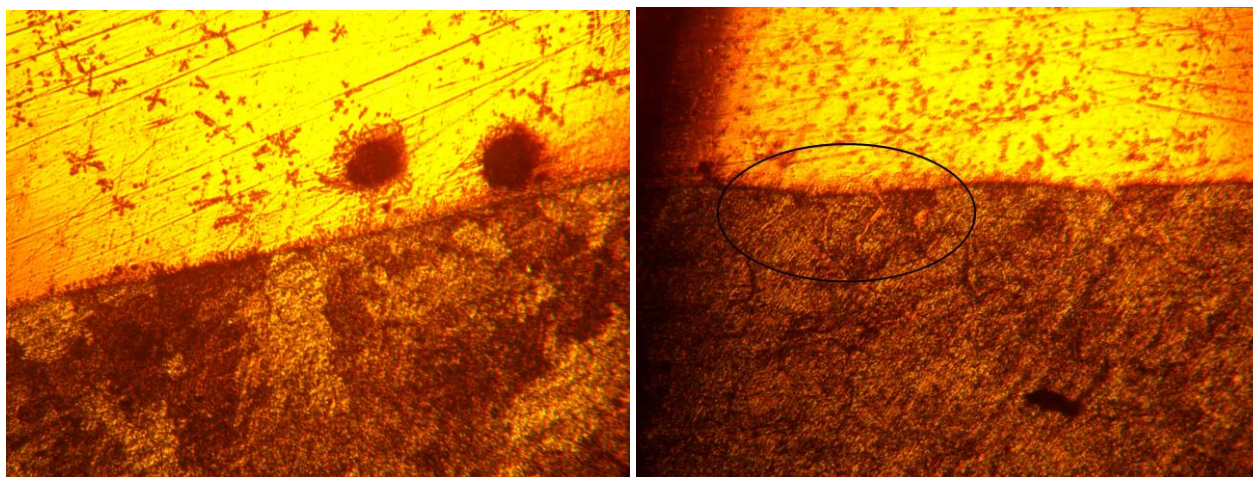


Рисунок 2 – Границя сплавлення основного металу з наплавленим

Під час наплавки мідне покриття за рахунок високої рідкотекучості та сил поверхневого натягу ніби розтікається по поверхні сталі, тим самим забезпечуючи формування валика без проплавлення. Однак процес контактування рідкої міді з сталлю не рідко супроводжується міжкристалітним проникненням міді в сталь. Праворуч на рисунку 2 показано заповнені мідним сплавом тріщини у вигляді «клинів», що мали місце на дефектній поверхні відновлюваної деталі. Глибина залікованих тріщин сягає кількох міліметрів. Такий механізм міжкристалітного проникнення міді пояснюється на основі уявлень про адсорбційне зниження міцності, міжзернову корозію і дифузію під впливом поля напружень. Деякі вчені вважають таку розклинювальну дію рідкої міді негативним процесом однак переважна більшість говорять про збільшення міцності за рахунок адгезійного щеплення міддю пошкоджених ділянок.

Висновки

В роботі вдалося реалізувати наплавку мідних покриттів трьома способами: неплавким електродом в середовищі аргону, ручним способом покритим електродом, та автоматичним в середовищі CO₂ і аргону. У всіх випадках отримані покриття з різним ступенем проплавлення основного матеріалу та властивостями.

Встановлено що наплавлення неплавким електродом в середовищі аргону має свої переваги над іншими, які полягають в нормованому введенні кількості теплоти та присадкового матеріалу. Це дозволяє отримувати покриття малої товщини до 0,5-0,8 мм коли це необхідно, що в свою чергу дозволяє економити витратні матеріали та затратені ресурси на механічну обробку.

Виявлено що наплавлення покритим електродом за допомогою ручного дугового зварювання на малих струмах супроводжується значним пороутворенням за рахунок поганого захисту і формуванням високих нерівномірних валиків, тому цей спосіб для формування покриттів використовувати не доцільно.

Найкращі результати за якістю наплавленого покриття отримано шляхом наплавлення автоматичним способом в середовищі аргону на мінімальних режимах дротом марки М1. Аналіз макрошліфів таких зразків показав мінімальне проплавлення основного металу та перемішування його з наплавленим, що дозволяє отримувати чисте покриття на основі міді з мінімальним вмістом домішок.

Мікроструктурний аналіз зони сплавлення між мідним покриттям і сталлю показав наявність чіткої границі в основному без включень і несплавлень. На окремих ділянках виявлено ефект міжкристалітного проникнення міді в клиноподібні пошкодження деталі. З огляду на це можна зробити висновок про збільшення міцності за рахунок адгезійного заліковування міддю пошкоджених ділянок на поверхні деталі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бакалець Д. В. Оцінка впливу мокрого наплавлення на напружено-деформований стан валів / Д. В. Бакалець, О.І. Шугайло, П.Ю. Бондарчук // Вісник машинобудування та транспорту. – 2019 – № 1(9). – С. 4–8.
2. Ляпіна О. В. Фізико-хімічні процеси на поверхні плівок мідних сплавів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. хім. наук : спец. 01.04.18. “Фізика і хімія поверхні” / Ляпіна Олена Василівна; Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника. Івано-Франківськ, 2006. – 20 с.
3. Improvement of strengthening and repair of frame structures welding methods / V. I. Savulyak, S. A. Zabolotniy, D. V. Bakalets / Tehnomus «New Technologies and Products in Machine Manufacturing Technologies» journal / Romainia. – 2013. – №20. – S. 189-192.
4. Кортес А. Р. Сварка, резка, пайка металлов / А. Р. Кортес– М.: Аделант, 2007. – 192 с.
5. Савуляк В. І. Поєднання процесів зварювання і високотемпературного паяння для виготовлення та ремонту металоконструкцій [Текст] / В. І. Савуляк, Д. В. Бакалець, В. М. Тарасюк // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії : збірник наукових праць. – Краматорськ : ДДМА, 2016. – № 2(38).– С. 215–220.
6. Савуляк В. І. Оценка прочности соединений, полученных сваркой с сопутствующей пайкой [Текст] / В. И. Савуляк, С. А. Заболотный, Д. В. Бакалец // Автоматическая сварка. – 2015. – № 7(743). – С. 36–41.
7. Савуляк, В. І. Підвищення якості відновлення та зміцнення металоконструкцій поєднанням процесів зварювання і високотемпературного паяння / В. І. Савуляк, С. А. Заболотний, Д. В. Бакалець // Вісник машинобудування та транспорту. – 2015 – № 1. – С. 103–110.

Бакалець Дмитро Віталійович —доцент, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: BacaletsDima@gmail.com

Бабій Олександр Вячеславович – студент групи 13В - 20б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

BacaletsDmutro V. – P. teacher, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: BacaletsDima@gmail.com.

Babiy Oleksandr Vecheslavovych – student of group 1ZV-20b, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.