машинобудуванні, при виробництві деталей насосів, компресорів та інших виробів, а також відновлення зношених деталей.

Список посилань

1. Механізована лінія PLAZER 30PL-W для плазмово-дугового дротяного напилення покриттів на великогабаритні деталі типу "вал". / Коржик В., Короб М. // Сварщик. 2012. – № 4. – С. 13-15.

2. Нагрів та плавлення дроту-анода при плазмово-дуговому напиленні / Харламов М.Ю., Кривцун І.В., Коржик В.М. та ін // Автоматичне зварювання. – 2011. – №5. – С.5-11

УДК 621.791.01:669.295

Білоник Д.І., аспірант
Капустян О.Є., канд. тех. наук
Лаптєва Г.М., канд. тех. наук
Білоник І.М., канд. тех. наук
Національний університет «Запорізька політехніка», bilonikelena@gmail.com
Сахно С.С., начальник бюро досліджень
АТ «Мотор Січ», м. Запоріжжя, seregass9369@gmail.com

АНАЛІЗ ЗВАРЮВАНОСТІ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАРНОГО З'ЄДНАННЯ ВТОРИННОГО α-ТИТАНУ, ЛЕГОВАНОГО 10% МОЛІБДЕНУ

Легування α-титану молібденом підвищує його термічну стабільність, характеристики міцності, і особливо суттєво корозійну тривкість. Так, вторинний α-титан, легований 10 % молібдену, що отримали за технологією безкамерної електрошлакової виплавки (БКЕШВ) [1] у порівнянні з стандартним титаном ВТ1-0 має вищу корозійну тривкість у розчинах 20 % HCl та 40 % H_2SO_4 в 180 та 315 разів відповідно [2] тому, такий висококорозійнотривкій матеріал є перспективним для застосування в хімічному машинобудуванні, зокрема в зварних конструкціях або в вузлах.

В роботі проведено аналіз зварюваності литого вторинного α-титану легованого 10 % молібденом (БКЕШВ) та експериментально визначена можливість його зварювання.

Виходячи з діаграми стану Ti-Mo [3] (рис.1) структурного стану [4] сплаву (C = 0,024 %; Fe = 0,06 %; Si = 0,05 %; O_2 = 0,25 %; N_2 = 0,058 %; H_2 = 0,0016 %) виконали теоретичну оцінку його здатності до зварювання.

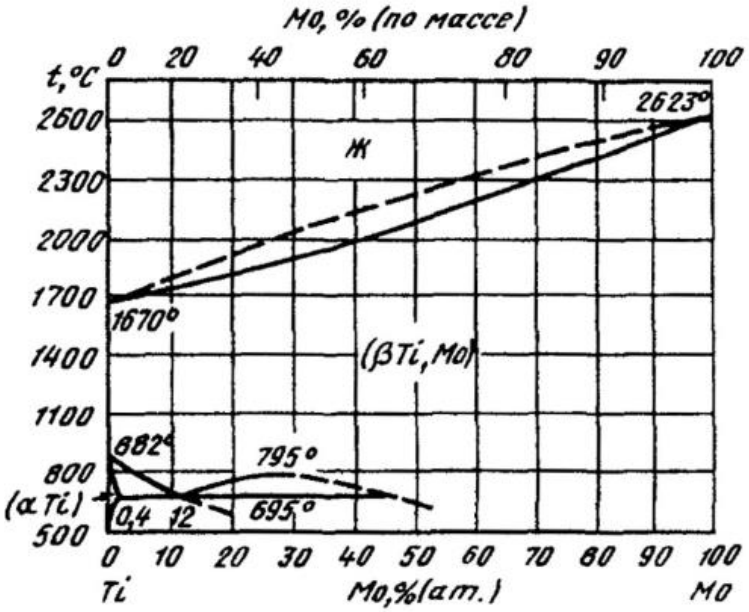


Рис. 1 – Діаграма стану Ti-Mo

Згідно діаграми Ti-Mo дослідний сплав має вузький інтервал кристалізації, необмежену розчинність в рідкому стані, відсутність легкоплавких домішок, що виключає можливість утворення гарячих тріщин.

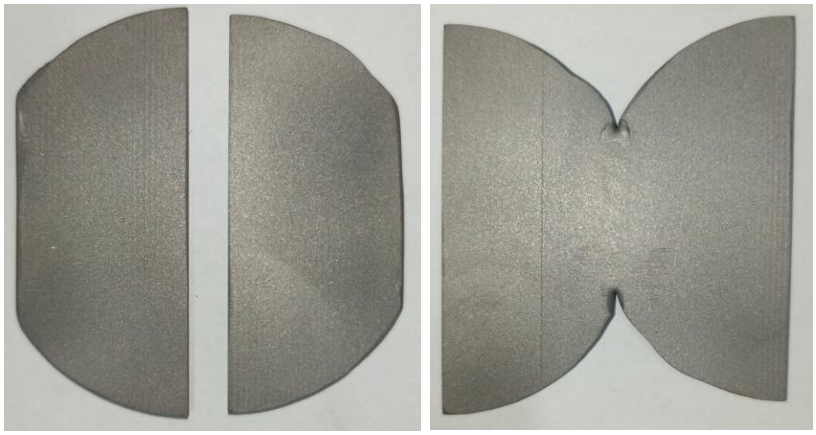
Молібден істотно знижує температуру алотропного перетворення титану ($\beta \rightleftarrows \alpha$). Тому вміст 10 % молібдену в титановому сплаві забезпечує стабільність β-фази до значно нижчої температури. При зварюванні це сприяє утворенню в структурі зварного шва β-фази, яка мінімізує можливість виникнення холодних тріщин.

В сплаві вторинного α-титана з 10 % молібдену отриманого БКЕШВ визначено декілька підвищений вміст кисню та азоту у порівнянні з стандартним титаном ВТ1-0. Підвищений вміст газових домішок в титанових сплавах викликає небажану крихкість зварних з'єднань. Але, в нашому випадку потрібно враховувати унікальну можливість титанмолібденових сплавів (взагалі сплаву Ti-10 % Mo БКЕШВ) до здатності витримувати холодну деформацію. Ця властивість може суттєво зменшити вплив кисню та азоту на крихкість зварного з'єднання, що доречно визначити механічними випробуваннями.

Зразки (рис. 2, а) товщиною 2 мм для отримання зварного з'єднання виготовили з відливки діаметром 55 мм БКЕШВ вторинного α-титану, який містить 10 % молібдену. Зварне з'єднання (рис. 2, б) С4 виконали методом TIG, I = 80-90 А, U = 10-12 В, витрати аргона 15-20 л/хв, джерело живлення FRONIUS 230L. Процес зварювання відбувався стабільно, шов сформований добре, має однакову геометрію, тріщини відсутні (рис. 2). При дослідженні макроструктури встановлено, що все зварне з'єднання має однорідну литу структуру, дефекти відсутні (рис. 3).

Механічні властивості: основний метал $\sigma_в$ = 950 МПа, $\sigma_{0,2}$ = 880 МПа, ψ = 15 %, твердість 32 HRC. Зварний шов: $\sigma_в$ = 930 МПа, $\sigma_{0,2}$ = 870 МПа, ψ = 14 %, твердість 31 HRC.

Таким чином можна зробити висновок, що вторинний α-титану БКЕШВ, який легований 10 % молібденом, можна застосовувати для зварних конструкцій або вузлів.



а б

Рис.2 – Зразки для зварювання (а), зварне з'єднання (б)

Рис.3 – Макроструктура зварного з'єднання, ×8

Список посилань

1. Електрошлакова виплавка у відкритому кристалізаторі зливків з відходів листових обризків титану ВТ1-0. / Д.І. Білоник, О.В. Овчинников, І.М. Білоник, О.Є. Капустян // Сучасна електрометалургія. – 2022. – № 1. – с.34-39.

2. І. М. Погрелюк, Д. І. Білоник, С. М. Лаврись, І. М. Білоник, Р.В. Проскурняк, О. Є. Капустян // Підвищення корозійної тривкості вторинно виготовленого титану легуванням молібденом. - Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2025. – Том 61. – №1. – с. 103 – 108.

3. Лякишев Н. П. Діаграми стану подвійних металічних систем. Довідник в 3-ох томах. - М.:Машинобудування, 1996. – 448 с.

УДК 621

Смірнова Т.П.
Мороз О.І.
Національний університет «Києво-Могилянська академія», м. Київ
Костін В.А.
Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ
Кисла Г.П.
ТОВ “Плазма Тек”, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТА СТРУКТУРИ ВИРОБІВ З ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ МОЛЕКУЛЯРНИХ ФІЛЬТРІВ ДЛЯ ПОТРЕБ РІДИННОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ

Рідинна хроматографія є передовою методикою аналізу та розділення сумішей, яка активно використовується у фармацевтиці та хімічній галузі. Розвиток даної методики вимагає високоякісних матеріалів для фільтрувальних елементів, здатних витримувати велике різноманіття агресивних середовищ, при цьому забезпечуючи стабільну фільтрацію для подальшого аналізу речовини. Одним із перспективних рішень є використання металевих фільтрів, виготовлених методами порошкової металургії, з нержавіючих сталей та сплавів. Дослідження структури та властивостей даних фільтрів надає можливість спрогнозувати довговічність, механічні властивості, та знайти способи покращення ефективності роботи.

У роботі для дослідження було взято порошок нержавіючої сталі AISI 316L та нікелевого сплаву Hastelloy C22. Фракція порошків відповідала 53-150 мкм для сталі та 53-180 мкм для нікелевого сплаву. Металеві фільтри були вироблені методами порошкової металургії, пресуванням з подальшим спіканням та механічною обробкою. Структурно-фазові характеристики зразків були досліджені за допомогою методів скануючої електронної мікроскопії (JSM 840), рентгенофлуорисцентного та рентгенофазового аналізу (дифрактометр Inel Equinox 1000), Оже-мікроаналізу (JAMP 9500). Особливу увагу приділено аналізу мікроструктури, розподілу елементів, побудові концентраційних мап та дослідженню утворених дисперсних фаз в процесі їх виготовлення.

В результаті досліджень було встановлено відмінності у структурі фільтрів з нержавіючої сталі та з нікелевого сплаву. Фільтри з AISI 316L мають переважно однорідну мікроструктуру та відповідають хімічному складу, заявленого виробником. Це свідчить про якісне виготовлення та перспективність застосування в хроматографічних системах та системах точної фільтрації. Проте при дослідженні зразків з нікелевого сплаву Hastelloy C22 було виявлено структурні неоднорідності у вигляді дисперсних карбідів $(Mo,Cr)_6C$ та/або $(Mo,Cr)_{23}C_6$, наявних у хімічному складі сплаву. Дані фази можуть бути критичними у використанні фільтрувальних систем, призводячи до меншої зносостійкості та пошкодження фільтру агресивними середовищами, та сприяти розвитку щілинної корозії. Для подальшої роботи з фільтрами необхідне продовження дослідження, зокрема визначення впливу мікроструктури на експлуатаційні характеристики та стабільність роботи в агресивних середовищах.