

О.В. Власова
Г.О. Максимова
Г.М. Молчановська
Т.О. Васильєва

МІКРОСТРУКТУРА ТА ФАЗОВИЙ СКЛАД БІМЕТАЛЕВИХ ШАРУВАТИХ КОМПОЗИТІВ НИЗЬКОЛЕГОВАНА СТАЛЬ - (W-Co)/(Ag-Cu)

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України

Анотація

Досліджено мікроструктуру, фазовий склад біметалевих шаруватих композитів низьколегована сталь - (W-Co)/(Ag-Cu) отриманих наплавленням електродуговим відцентровим способом

Ключові слова: композит, біметал, сталь, вольфрам, кобальт, твердий сплав, мікроструктура

Метою даної роботи є дослідження мікроструктури та фазового складу біметалевих шаруватих композитів низьколегована сталь - (W-Co)/(Ag-Cu).

Одним з шляхів підвищення експлуатаційного ресурсу сталевих деталей, що працюють в умовах високої швидкості тертя, агресивного середовища, підвищеної температури та тиску є виготовлення та використання біметалічних шаруватих композитів. Композити забезпечують значну економію дорогих та дефіцитних металів та формують поєднання фізико-механічних властивостей, які не можна отримати в одному окремо взятому металі або сплаві. Найкращі характеристики досягаються за рахунок поєднання переваг матеріалів компонентів. Вони потенційно можуть застосовуватися у верстатобудівній, автомобільній та аерокосмічній промисловості для заміни традиційних матеріалів.

У даній роботі вивчалися біметалеві вироби, виготовлені з низьколегрованої сталі марки 40Х зміцнені шаром з твердого сплаву, який є робочою поверхнею і забезпечує комплекс високих фізико-механічних властивостей. Шари W-Co/Ag-Cu були наплавлені електродуговим відцентровим способом на поверхню виробу із сталі. Методами оптичної та електронної мікроскопії, а також рентгенофазового аналізу були вивчені структура та фазовий склад інтерфейсу (областей сполучення між шарами), розподіл елементів та властивості біметалічного композиту.

Хімічний склад біметалевого композиту визначався за допомогою растрового електронного мікроскопа РЕММА-2 з рентгенівським мікроаналізатором, структурні дослідження проводились за допомогою оптичного та растрового електронного мікроскопа. Фазовий аналіз вивчався на дифрактометрі ДРОН-3 у випромінюванні Co-K α . На рис. 1 наведено загальний вид біметалевого композиту та мікроструктура його шарів W-Co/Ag-Cu.

Методами оптичної та електронної мікроскопії, а також рентгенофазового аналізу встановлено, що наплавлений шар є композиційним і складається з проміжного шару Ag-Cu, який розташовується безпосередньо на поверхні сталевій основі та зовнішнього шару W-Co, нанесеного на проміжний шар. Робочий шар W-Co формується із твердого сплаву вольфраму та кобальту з незначними технологічними домішками заліза, фосфору та сірки (рис. 1б). Товщина твердосплавного шару складає 1046 мкм і залишається незмінною на весь зразок. Мікроструктура є однорідною і формується з вольфраму карбідів розміром 0,4 - 3,2 мкм, розташованих в матриці з кобальту. Хімічний склад шару відповідає марці ВК10. Мікротвердість шару варіюється від 3,0 до 11 ГПа.

Проміжний шар Ag-Cu формується сплавом срібла та міді, має чітко окреслені межі з боку твердого сплаву W-Co і сталевій матриці (рис. 1, 1б). Мікроструктура шару є гетерогенною та формується твердим розчином міді у сріблі та евтектикою з мікротвердістю 350-850 МПа. Товщина шару Ag-Cu дорівнює 184 мкм і залишається практично незмінною з усього зразка.

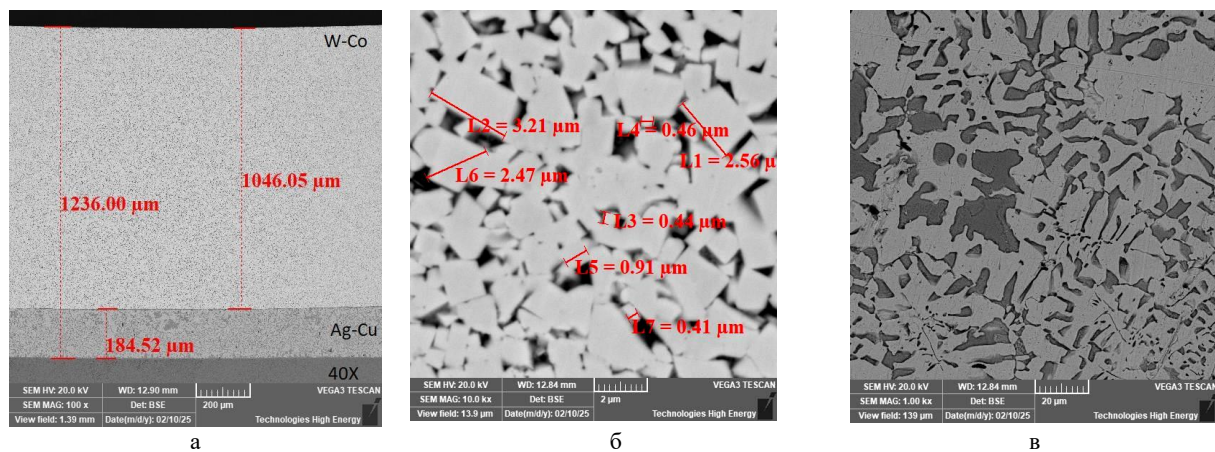


Рис.1. а) Структура біметалевого композиту, б) Мікроструктура шару W-Co, в) Мікроструктура шару Ag-Cu

Результати досліджень показали, що в біметалевому композиті спостерігається щільний зв'язок між шарами W-Co/Ag-Cu, який досягається за рахунок проникнення в підрешітку твердого розчину сплаву Ag-Cu на кілька мікронних шарів і є нерівномірною по межі розділу. Кордон розділу не має дефектів або надмірної деформації шаруватого композиту.

Розподіл елементів на межі шару Ag-Cu/сталь показує присутність заліза у шарі Ag-Cu на глибину приблизно 3-4мкм, що забезпечує хороше зчеплення шарів на межі розділу та високі технологічні характеристики шаруватих композитів.

Таким чином, у роботі було показано, що наплавленим електродуговим відцентровим способом на поверхню сталевого виробу марки 40X можливо нанести шар твердого сплаву до 1046 мкм. Для щільного зв'язку між шарами необхідний проміжний шар Ag-Cu товщиною не менше 180 мкм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мініцький А.В., Биба Є.Г., Мініцька Н.В., Власова О.В., Ведель Д.В. Розробка вольфрамідних сильноточкових контактів на основі відходів металообробки. Науково-технічний журнал Металознавство та обробка металів 2019, vol. 25, 4(92), 53-60. <https://doi.org/10.15407/mom2019.04> <https://doi.org/10.15407/mom2019.04.053>

Власова Оксана Василівна кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Інституту проблем матеріалознавства ім.І.М.Францевича НАНУ, Київ, E-mail: o.vlasova@ipms.kyiv.ua

Максимова Галина Олексіївна науковий співробітник Інституту проблем матеріалознавства ім.І.М.Францевича НАНУ, Київ, E-mail: maksi-mova@i.ua

Молчановська Галина Михайлівна науковий співробітник Інституту проблем матеріалознавства ім.І.М.Францевича НАНУ, Київ, E-mail: galina_mm@ukr.net

Васильєва Тетяна Олександрівна головний інженер-технолог Інституту проблем матеріалознавства ім.І.М.Францевича НАНУ, Київ, E-mail: o.vlasova@ipms.kyiv.ua

MICROSTRUCTURE AND PHASE COMPOSITION OF BIMETALLIC LAYERED COMPOSITES LOW ALLOY STEEL - (W-Co)/(Ag-Cu)

Abstract

The microstructure and phase composition of bimetallic layered composites low-alloy steel - (W-Co)/(Ag-Cu) obtained by electric arc centrifugal deposition were investigated

Keywords: composite, bimetal, steel, tungsten, cobalt, hard alloy, microstructure

Vlasova Oksana PhD, Senior Researcher of Frantsevich Institute for Problems of Materials Science NASU, Kyiv, E-mail: o.vlasova@ipms.kyiv.ua

Maksimova Galina Scientific Researcher of Frantsevich Institute for Problems of Materials Science NASU, Kyiv, E-mail: maksi-mova@i.ua

Molchanovska Galina Scientific Researcher of Frantsevich Institute for Problems of Materials Science NASU, Kyiv, E-mail: galina_mm@ukr.net

Vasilyeva Tatyana Chief process engineer of Frantsevich Institute for Problems of Materials Science NASU, Kyiv, E-mail: o.vlasova@ipms.kyiv.ua