

никелированию из водных растворов или поверхностному азотированию в атмосфере нагретого до 600...700 °C азота. Микротвердость вольфрама составляла 4,0...4,2 ГПа.

Коррозионные испытания проводили в растворе серной кислоты (9,5 м.д.) при 70...80 °C, регистрируя во времени изменение потенциала и скорости коррозии. Скорость коррозии определяли фотоколориметрически (по количеству титана и вольфрама в растворе). Также изучали анодную и катодную поляризацию титана, вольфрама и титана с вольфрамовым покрытием при скорости развертки 50 мВ/с. Все потенциалы пересчитаны относительно нормального водородного электрода.

Потенциал коррозии титана с покрытием вольфрама существенно возрастает: с -(0,59...0,61) до (0,26...0,31) В, переходя в пассивно-активную область титана, и всего лишь на 0,02...0,04 В не достигая потенциала коррозии вольфрама. Фотоколориметрический анализ раствора проводили через 5, 10, 15 и 20 ч испытаний. Средняя скорость растворения титана, рассчитанная за эти промежутки времени, для образца с покрытием постоянна и составляет 0,005...0,01 г/(м<sup>2</sup>·ч). Скорость же растворения титана при потенциале свободной коррозии равнялась 19,1...19,3 г/(м<sup>2</sup>·ч). В результате нанесения покрытия скорость растворения титана уменьшается в 2000...4000 раз. Скорость растворения титана без покрытия при потенциале, устанавливающемся на образцах с вольфрамовым покрытием (300...310 мВ), составляла 0,41...0,50 г/(м<sup>2</sup>·ч).

Средняя скорость коррозии вольфрама из покрытия с увеличением длительности коррозионных испытаний уменьшалась с 0,03...0,04 г/(м<sup>2</sup>·ч) в первые 5 ч до 0,007...0,011 г/(м<sup>2</sup>·ч) через 20 ч. Подобное изменение средней скорости коррозии во времени было также обнаружено при изучении коррозионно-электрохимических свойств вольфрама в растворах серной и соляной кислот различной концентрации.

Согласно кривым анодной поляризации, потенциал свободной коррозии титана в условиях эксперимента составляет -(0,59-0,61) В. Он характеризуется областью активного растворения с относительно низким критическим потенциалом пассивации -(0,27...0,29) В и большим критическим током. Для образца вольфрама область активного растворения отсутствует, и он пассивен вплоть до потенциала перепассивации. Кривая анодной поляризации титана с вольфрамовым покрытием подобна кривой для вольфрамового образца и практически совпадает с ней при поляризации более 0,1 В. Потенциал образца с покрытием близок к потенциальному перепассивации вольфрама. Анодный ток в пассивной и транспассивной областях обусловлен, в основном, окислением вольфрама.

Согласно катодным поляризационным кривым, эффективность катодных процессов на вольфрамовом образце и титане с покрытием из него значительно выше, чем на непокрытом титане.

Катодная кривая вольфрама пересекает анодную кривую практически в самом начале активно-пассивной области. Поэтому при соизмеримых площадях вольфрамовый катод не способен завершить пассивацию титанового анода. Катодная кривая вольфрамового покрытия пересекает анодную кривую титана в непосредственной близости от пассивной области. Поэтому покрытие как катод более эффективно.

**Петруша В.С., Болбут В.В., Богомол Ю.І.**

*(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)*

**СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ СПРЯМОВАНО  
ЗАКРИСТАЛІЗОВАНОГО СПЛАВУ Mo – TiB<sub>2</sub>**

E-mail: petrushavadim@gmail.com

На сьогоднішній день важливо створювати та вивчати властивості тугоплавких матеріалів. Оскільки молібден має високі температуру плавлення, фізичні та механічні властивості, він може бути гарною основою для композиційних матеріалів, які під час експлуатації будуть працювати при високих тисках і температурах [1, 2]. Ці матеріали

можуть використовуватися для деталей авіаційної техніки, а саме для конструювання газотурбінних двигунів, лопаток турбін та ін.

Тому метою роботи було створення спрямовано закристалізованого сплаву Mo – TiB<sub>2</sub> та вивчення його структури і властивостей. Даний сплав був виготовлений методом безтигельної зонної плавки в установці «Кристал – 206». Було досліджено мікроструктуру сплаву Mo – TiB<sub>2</sub>, яка представлена на рис. 1.

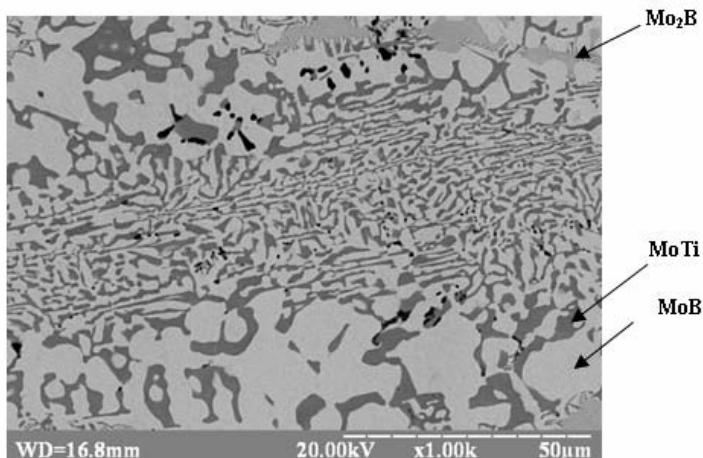


Рис. 1. Мікроструктура спрямовано закристалізованого сплаву Mo – TiB<sub>2</sub>

Аналіз діаграм плавкості бінарних систем Mo-Ti, Mo-B та Ti-B та металографічні дослідження показали, що отриманий композит складається з матриці Mo-Ti та вкраплень MoB та Mo<sub>2</sub>B. Даний сплав має дендритну структуру (рис. 1), в якій матриця Mo-Ti пронизана дендритними вкрапленнями MoB та Mo<sub>2</sub>B. Металографічні дослідження підтверджуються рентгено-фазовим аналізом (рис. 2).

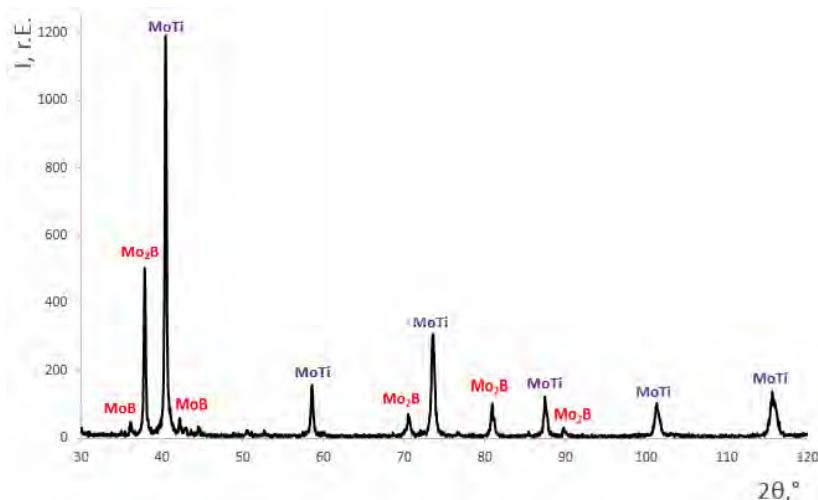


Рис. 2. Рентгено-фазовий аналіз

Досліджено мікромеханічні властивості одержаного композиту. Інтегральна мікротвердість матеріалу склала 9,62 ГПа (рис. 3), а тріщиностійкість – 4,83 МПа м<sup>1/2</sup>(рис.3).

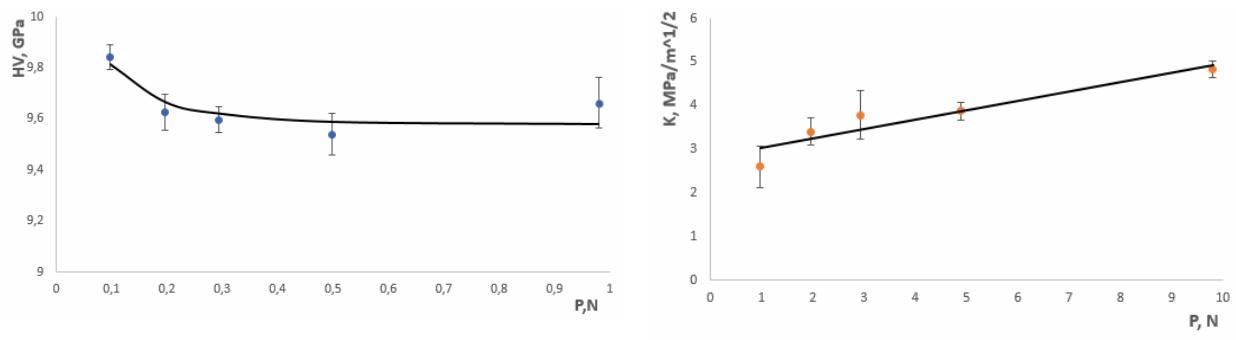


Рисунок 3 – Залежність інтегральної мікротвердості (а) і тріщиностійкості (б) Mo-TiB<sub>2</sub> від навантаження

Література:

- Самсонов Г.В. Бориды. – М.: «Атомиздат», 1975. – 376 с.
- Krüger M. Pulvermetallurgische Herstellung und Charakterisierung von oxidationsbeständigen Molybdänbasislegierungen für Hochtemperaturanwendungen. – Berlin: Logos, 2010.

Прилипко Е.А., Васильев Д.В.

(ІІІС им. Е.О. Патона НАН України, г. Київ)

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ВАННЫ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ СВАРКЕ ПОД ВОДОЙ

E-mail: ead56@ukr.net

При подводной мокрой сварке повышенная склонность швов к образованию пор связана в основном с неизбежно высокой насыщенностью металла сварочной ванны водородом. При нарушении нормального течения процесса сварки возможны возникновения различных дефектов в строении шва, которые снижают механические свойства шва и соединения в целом, особенно их прочность. Резкое снижение растворимости газов при температуре кристаллизации в сочетании с ускоренным затвердеванием в условиях подводной сварки приводит к формированию большого количества мелких, равномерно распределенных пор. Этот процесс протекает тем сильнее, чем больше гидростатическое давление.

Изменение условий сварки существенным образом меняет структуру и механические свойства сварного соединения. Уровень прочности и пластичности подводных швов, выполняемых мокрой сваркой, во многом определяется структурой и плотностью металла. Применение какого-либо перемешивания на этапе кристаллизации оказывает существенное влияние на формирование первичной структуры, в том числе и при дуговой сварке.

В настоящее время одним из наиболее перспективных методов, является метод сварки во внешнем магнитном поле. Известно положительное влияние магнитного поля на свойства и структуру соединения при сварке многих сталей.

Управление движением жидкого металла путем выбора параметров внешнего магнитного поля позволяет изменять условия динамического равновесия ванны и, как следствие, формирование шва.

Экспериментально показано резкое снижение количества пор. При  $B = 10\dots15$  мТл суммарный объем пор в сечении швов уменьшился по сравнению с исходными условиями