

Погрелюк І.М., Швачко Х.С.
(ФМІ НАН України, м. Львів)

КІНЕТИЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ СПЕЧЕНОГО ТИТАНУ З РОЗРІДЖЕНИМ АЗОТОМ

irynapohrelyuk@gmail.com

Вироби та заготовки з титанових сплавів широко застосовують у авіабудуванні, загальному та хімічному машинобудуванні, харчовій промисловості, медицині, тощо. Вони працюють у складних умовах, в тому числі за дії агресивного середовища, високої температури. Проте їх використання обмежують схильність до налипання, схоплювання в парах тертя з іншими металами, а також велика вартість виробів. Отримання заготовок методами порошкової металургії, шляхом пресування і наступного спікання, дозволяє істотно знизити вартість продукції у порівнянні з заготовками, виготовленими за традиційною технологією, зменшити кількість технологічних операцій механічного оброблення. Структура виробів, отриманих методом порошкової металургії, відрізняється від виготовлених традиційно хаотично розміщеними порами, переважно неправильної форми, а також підвищеною дефектністю кристалічної структури спечених матеріалів (вища щільність вакансій, особливо поблизу пор; велика густина дислокацій; значна протяжність меж зерен). Така структура негативно впливає на фізико-хімічні властивості матеріалу, зокрема, на корозійну тривкість. Ефективним методом підвищення антикорозійних характеристик, поверхневого зміцнення та покращення триботехнічних характеристик титану, отриманого традиційно, є застосування методів інженерії поверхні: термодифузійного насичення поверхневого шару металу елементами втілення, зокрема азотом. Метою проведених досліджень було оцінити ефективність означеного підходу до захисту від корозії для титану, отриманого методом порошкової металургії.

У даній роботі представлено результати вивчення кінетики термодифузійного насичення спеченого технічно чистого титану VT1-0 у розрідженій динамічній атмосфері азоту та оцінено поверхневий зміцнювальний ефект азотування.

Азотували зразки технічно чистого титану VT1-0, отримані за традиційною технологією (компактні) та зразки, виготовлені методом порошкової металургії (спечені). Спечені зразки виготовляли із порошку титану марки ПТ5-1 (ТУ У 14-10-026-98). Залишкова поруватість зразків близько 8%. Термодифузійне насичення зразків проводили в розрідженій динамічній атмосфері азоту ($p_{N_2} = 1$ Па). Використовували газоподібний азот технічної чистоти (ГОСТ 929374). Температура азотування 800 °С, тривалість 5, 10 та 20 год.

Встановлено, що інтенсивність взаємодії з азотом зразків, отриманих методом порошкової металургії, вища, ніж зразків, отриманих традиційно. Значення параболічної константи швидкості азотування K_p на порядок більші ($2,08 \times 10^{-15}$ проти $2,45 \times 10^{-16}$ г²/(см⁴×с) відповідно). Зразки, виготовлені методом порошкової металургії, інтенсивніше насичуються азотом, оскільки в пористих матеріалах густина дефектів кристалічної ґратки значно більша, ніж у компактних. При цьому визначальну роль відіграють пори, котрі виходять на поверхню зразка. За наявності відкритої пористості відбувається транспортування азоту до внутрішніх шарів зразка і протікання процесів азотування у глибині зразка.

Про ефект зміцнення поверхні титанових сплавів після хіміко-термічного оброблення свідчить поверхнева мікротвердість. У вихідному стані твердість компактних та спечених зразків практично ідентична та становить ≈ 2 ГПа. При збільшенні ізотермічної витримки спостерігали загальну тенденцію до підвищення поверхневої мікротвердості, а отже, і до вищого рівня зміцнення титану незалежно від технології його отримання. Поверхнева мікротвердість спечених зразків виходить на рівень з компактними незалежно від часу ізотермічної витримки: зі збільшенням ізотермічної витримки 5→10→20 год поверхнева мікротвердість компактних зразків змінювалася 8,9 → 9,8 → 10,4 ГПа відповідно, тоді як спечених – 8,5 → 10,2 → 10,3 ГПа.