

УДК 621.316.13

Скребцов А.А.¹, Омельченко О.С.²,

Кононенко А.В.³, Омельченко О.В.³

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

³ асп. «Запорізька політехніка»

ВПЛИВ ОСОБЛИВОСТЕЙ СТРУКТУРИ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА РОЗРАХУНОК ГРАНИЦІ МІЦНОСТІ

Титанові сплави є критично важливими для аерокосмічної, автомобільної та медичної промисловості. Розвиток порошкової металургії вимагає уточнення методики розрахунку деталей з урахуванням особливостей структури матеріалів з порошків. В академічному курсі опору матеріалів гіпотеза суцільності передбачає, що матеріал не містить пор і традиційна формула розрахунку границі міцності не включає в себе площу пор. Проте матеріали, отримані з порошків, завжди мають у своїй структурі пори різних форм та розмірів, які виступають концентраторами напружень. Одним із таких матеріалів є конструкційний титановий нелегований сплав ВТ1-0. Механічні характеристики такого сплаву загалом відповідають литому аналогу.

Для отримання сплаву ВТ1-0 використовували термомеханічний порошок титану ПТ5 у стані постачання. Пресування зразків проводилося під тиском 700 МПа. Спінання здійснювали у вакуумі при температурі 1250 °С із витримкою впродовж 3 годин. Аналіз мікроструктури виконували за допомогою оптичного мікроскопу. Кількісну оцінку пористості проводили лінійним методом Розівалі. Вимірювання мікротвердості здійснювали на приладі ПМТ-3 при навантаженні 0,49 Н.

Аналіз мікроструктури литого сплаву ВТ1-0 показав наявність зерен розміром 150-200 мкм із пакетами паралельних пластин. Структура спеченого порошкового сплаву була представлена зернами α -фази та порами різної конфігурації. Пори розташовувалися переважно по межах зерен. Середній розмір зерен не перевищував 100 мкм. Частка пор за площею шліфа – 13 %. Середній розмір пор не перевищував 60 мкм. Тобто, єдиною суттєвою відмінністю порівнюваних сплавів є саме пористість.

Титанові сплави, що отримують з порошку ПТ5 мають збільшений вміст домішок (кисню, заліза та ін.). Відомо, що кожні 0,1% кисню підвищують міцність титанового сплаву на 100 МПа. Якби спечений сплав не містив пор і мав суцільну структуру, його міцність могла би досягти значень

у 450-500 МПа за рахунок легування киснем. Проте наявність 13% пор зменшує фактичну площу зразка. Випробування на міцність при розтяганні показали, що межа міцності порошкових зразків склала 330,5 МПа, що на 45,5 МПа нижче за межу міцності литого титану, яка становила 376,0 МПа. При цьому встановлено зниження рівня пластичності спечених сплавів, що обумовлене насиченням матеріалу азотом, киснем і воднем.

Тобто, при використанні порошкового сплаву реальна площа поперечного перерізу буде меншою на величину площі пор. Таким чином, фактичний негативний вплив пористості на зменшення значення міцності значно перевищує позитивний ефект від легування киснем. Вплив пористості на значення границі міцності є багатовимірним і потребує врахування форми пор, їхніх розмірів, наявності гострих кутів та об'ємного фактору.