

Демпфирующие свойства высокопористых материалов на основе титана

Студент гр. 104619 Шарецкий А.В.

Научные руководители – Марукович А.И., Сморгыо О.Л.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Введение. В настоящее время демпфирующие металлические материалы с ячеистой структурой (пенометаллы) находят широкое применение в системах пассивной безопасности для поглощения механической энергии при динамических нагрузках. Наибольшее распространение получили демпферы на основе вспененного алюминия – как наиболее технологичного и недорогого материала. Однако, для получения демпфирующих материалов с более широким спектром механических, коррозионных и др. свойств очевидный научный интерес представляет исследование демпфирующих свойств пеноматериалов на основе других металлов. Особенный интерес представляют пенометаллы на основе титана. Изделия на основе титана характеризуются высокой удельной прочностью (при комнатной температуре превосходит все металлы и большинство легированных сталей) и высокой коррозионной стойкостью (превосходят коррозионно-стойкую сталь и приближаются к благородным металлам). Такое сочетание физико-механических и коррозионных свойств расширяет возможности использования высокопористых металлов в качестве демпферов.

Цель работы: исследовать демпфирующие свойства пенометаллов на основе титана в широком диапазоне макропористости.

Экспериментальная часть. Высокопористый титан с ячеистой структурой и изолированными порами получали прессованием композиционных гранул: гранулы, представляющие собой сферический органический порообразователь (карбамид) с нанесенным на него слоем титанового порошка (ПТОМ-2), прессовали при давлении 500 МПа, термообработывали для удаления порообразователя и спекали в вакууме при температуре 1250 °С (изотермическая выдержка при максимальной температуре - 1 ч). Были получены экспериментальные образцы с макропористостью 65, 75 и 85 %.

Демпфирующие свойства образцов пенометаллов определяли анализом деформационных кривых, полученных статическим сжатием на разрывной машине Instron-1195 при скорости нагружения 2 мм/мин.

Демпфирующие свойства пенометаллов характеризовали 3 параметрами: пределом текучести (σ_T), количеством поглощенной механической энергии (C) и эффективностью поглощения механической энергии ($E_{эф}$) при статическом сжатии. Предел текучести (σ_T) пенометаллов определяли по ГОСТ 25.503-97. Количество поглощенной механической энергии рассчитывали по уравнению (1):

$$C = \int_0^l \sigma d\varepsilon, \quad (1)$$

где C - количество поглощенной механической энергии, Дж/м³; σ – напряжение при сжатии, МПа; ε – относительная деформация; l – абсолютная деформация.

Эффективность поглощения механической энергии рассчитывали по уравнению (2):

$$E_{эф} = \frac{C}{\sigma_{\max} \cdot l}, \quad (2)$$

где σ_{\max} – максимальное напряжение в рассматриваемом диапазоне деформаций пористого тела, МПа.

Результаты исследований.

На рисунке 1 представлены полученные образцы пенометаллов на основе титана.

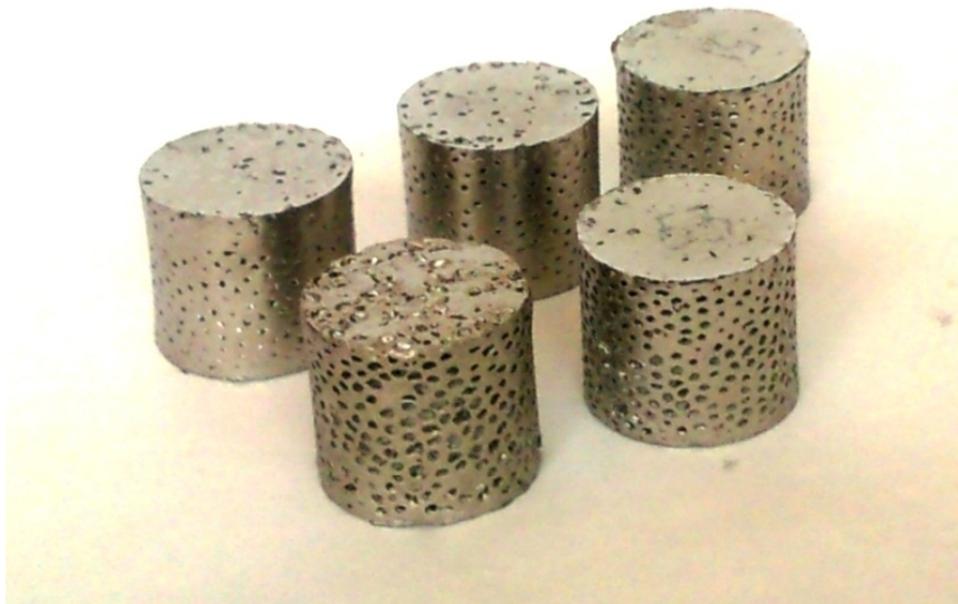


Рисунок 1 – Полученные образцы пенометаллов на основе титана

На рисунке 2 представлена поровая структура полученных пенометаллов на основе титана.

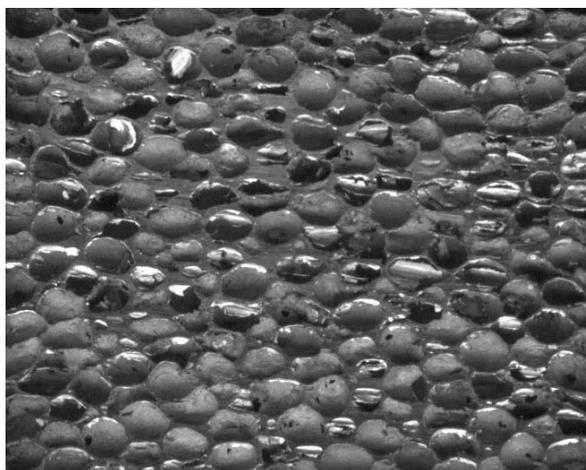


Рисунок 2 – Поровая структура полученных пенометаллов на основе титана

Проведенные эксперименты показали, что все исследованные материалы имели типичный для пенометаллов вид деформационной кривой, на которой можно выделить три области: область упругой деформации, плато текучести и участок уплотнения с резким ростом напряжения. При росте макропористости происходит: уменьшение предела текучести от 120 МПа до 10 МПа, уменьшение количества поглощенной механической энергии от 55 МДж/м³ до 6 МДж/м³, увеличение эффективности поглощения механической энергии от 0.74 МДж/м³ до 0.86 МДж/м³.

Заключение. Проведенные исследования позволяют создавать высокопористые пенометаллы на основе титана, с использованием которых только за счет варьирования макропористости можно создавать демпфирующие устройства с контролируемым комплексом физико-механических характеристик для применения в различных областях техники.