

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджено механічні властивості титанових сплавів VT1-0, VT6. Для вирішення поставленої задачі поєднано два методи наукових досліджень – теорію планування експерименту та статистичну обробку отриманих результатів за допомогою ЕОМ.

Ключові слова: крива течії, деформівність, механічні властивості матеріалу.

Abstract

The mechanical properties of titanium alloys VT1-0 and VT6 have been studied in this work. To solve this problem, two methods of scientific research were combined - the theory of experiment planning and statistical processing of the results obtained using a computer.

Keywords: flow curves, deformability, mechanical properties of the material.

При дослідженнях процесів пластичного деформування важливе місце посідають відомості про фізико-механічні властивості матеріалу, що деформується. Значний інтерес представляють лише окремі технологічні функції – крива течії, діаграма пластичності, діаграма стійкості, градувальні графіки твердість-напруження-деформація тощо [1,2]. Криві течії використовуються для розрахунків напружено-деформованого стану, силових характеристик процесів обробки металів тиском (ОМТ), що є досить важливим при дослідженні механічних властивостей матеріалу.

На сьогоднішній день титанові сплави посіли міцне місце в провідних галузях техніки, виникають дедалі нові галузі їхнього застосування, в яких вони дають істотний економічний ефект порівняно з іншими матеріалами. Однак зростання титанового виробництва можливе тільки за умови оптимізації складу, структури та властивостей традиційних титанових сплавів, удосконалення наявних і впровадження інноваційних технологічних процесів.

За роки дослідження титану і його сплавів накопичено значний експериментальний, теоретичний і практичний матеріал [3,4], який можна використовувати не тільки для вдосконалення технологічних процесів, а й для розроблення методів моделювання складу і для розроблення методів моделювання складу сплавів і прогнозування їхніх механічних властивостей.

Метою роботи є оволодіти методикою проведення випробувань, розрахунків та побудови кривих течії на прикладі дослідження механічних властивостей титанових сплавів VT1-0 та VT6.

Під час розрахунків процесів деформування металів користуються кривими, що характеризують залежність істинних напружень від деформацій (інтенсивності напружень σ_i та інтенсивності логарифмічних деформацій e_i) $\sigma_i = f(e_i)$. Для більшості процесів ОМТ в холодному стані при деформаціях, суттєво перевищуючих границю текучості, крива течії може бути апроксимована степеневою функцією і вигляді [6]

$$\sigma_i = A e_i^n, \quad (1)$$

де A та n – емпіричні коефіцієнти – модуль та показник зміцнення. Фізичний зміст величини A відповідає напруженню при одиничній деформації, а n дорівнює логарифмічній деформації початку шийкоутворення при розтягу зразка.

Будують такі криві за допомогою випробувань стандартних або спеціальних зразків матеріалу в умовах розтягу, стиску, кручення чи інших експериментів. Так в даній роботі досліджували зразки титанових сплавів VT1-0 та VT6 в умовах стиску. Таким чином, із прутків досліджуваних матеріалів

виготовляли стандартні циліндричні зразки на стиск діаметром $D_0 = 10$ мм і висотою $H_0 = 15$ мм у кількості 10 шт. із кожного матеріалу. Граничну деформацію при осаджуванні визначали за формулою:

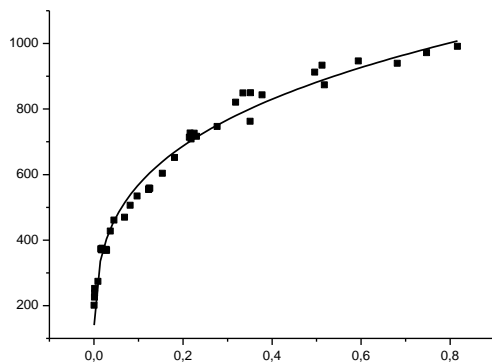
$$e_i = \ln \frac{H_0}{H} \quad (2)$$

де H_0 – висота вихідного зразка; H – висота зразка після деформування.

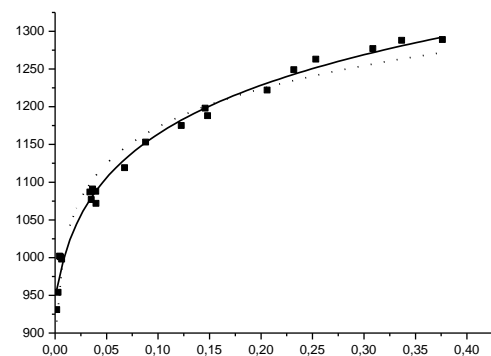
В результаті досліджень побудовані криві течії (рис. 1) та показані апроксимації згідно залежності (1) за допомогою ЕОМ. Таким чином отримані коефіцієнти апроксимації, які зведені в таблицю 1:

Таблиця 1 – Коефіцієнти апроксимації

№ п/п	Матеріал	Коефіцієнти апроксимації				
		A , МПа	A_1 , МПа	n	n_1	e_0
1	BT1-0	1071±31	-	0,267±0,018	-	-
2	BT6	1358±24	1425,39±12	0,063±0,007	0,102±0,008	0,027±0,007



а)



б)

Рис. 1. Крива течії титанового сплаву BT1-0 (а) та BT6 (б)

Вісь абсцис - накопичена деформація e_i ; вісь ординат – інтенсивність напружень σ_{ii}

Криві течії титану з великою ступеню кореляції апроксимуються степеневими функціями. Обидва матеріали досить інтенсивно зміцнюються при пластичному деформуванні.

Статистичний розкид даних пов'язано зі структурними особливостями матеріалів та умовами експерименту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аніщенко О. С. Оброблення металів тиском / О. С. Аніщенко // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.]; НАН України, НТШ. – К.: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2022.
2. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением / В.А. Огородников. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 175 с.
3. Погрелюк І.М. Проблеми інженерії поверхні титанових сплавів / І.М. Погрелюк, В.В. Панасюк – Львів: СПОЛОМ, 2011. – 121 - 138 с.
4. Kim K.W., Clemens H. / Gamma Titanium Aluminides / Eds.: K.W. Kim, H. Clemens et al. – TMS Warrendale, PA, USA, 2003.– 245 p.

Молодецька Тетяна Ігорівна к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Поліщук Володимир Віталійович, студент гр.ТЕ-22б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Molodetska Tatyana Igorivna, candidate of engineering sciences, docent, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Polishchuk Volodymyr Vitaliyovych, student of TE-22b group, faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.