

ДІАГРАМИ ПЛАСТИЧНОСТІ МАЛОВУГЛЕЦЕВИХ СТАЛЕЙ ТИПУ G3Si1 ТА Св-08Г2С

¹ Вінницький національний технічний університет;

² ПАТ «ПлазмаТек»

Анотація

Побудовано діаграми пластичності маловуглецевих сталей типу G3Si1 та Св-08Г2С, які використовуються для виробництва зварювального дроту. Використання побудованих діаграм пластичності дозволить раціонально спроектувати технологічний процес виробництва дроту та уникнути небажаних ризиків виготовлення неякісної продукції.

Ключові слова: діаграма пластичності, граничні деформації, пластичність, показник напруженого стану.

Abstract

The plasticity diagrams of G3Si1 and Sv-08G2S low-carbon steels, which are used for the production of welding wire, were constructed. The use of built diagrams of plasticity will allow rational design of the technological process of wire production and avoid unwanted risks of manufacturing poor quality products.

Keywords: diagram of plasticity, boundary deformation, plasticity, index of a stressed state.

Вступ

Основним процесом виробництва дроту марок G3Si1 та Св-08Г2С є процес волочіння із катанки діаметром 6,5 або 5,5мм до необхідного діаметру 1,6, 1,2, 1,0 або 0,8мм, який є часто неможливим без операції проміжного відпалу. Сьогодні є актуальним проектування технологічного процесу виробництва дроту без операцій проміжного відпалу, використовуючи при цьому максимальний ресурс пластичності. Так розрахунок технологічного процесу виробництва дроту доцільно проводити на межі технологічних відмов, простоїв обладнання та високої ймовірності виникнення неякісної продукції – тут виникає потреба у використанні діаграм пластичності матеріалів[1], що дозволить значно скоротити деякі операції (наприклад, відпал) та збільшити продуктивність.

Детально про діаграму пластичності для різних матеріалів і методику його створення описано у роботах [2,3]. Але інформація про діаграми пластичності матеріалів G3Si1 та Св-08Г2С відсутня.

Метою роботи є побудова діаграм пластичності маловуглецевих сталей типу G3Si1 та Св-08Г2С.

Результати дослідження

Під діаграмою пластичності розуміють залежність пластичності матеріалу від показника напруженого стану. Для побудови діаграми пластичності та її подальшої апроксимації було проведено наступні види випробувань на розтяг, стиск та кручення та проведено відповідні розрахунки граничних деформацій за методикою роботи [3]. Результати необхідних розрахунків для побудови діаграми пластичності наведено у табл. 1

Таблиця 1 – Значення експериментальних даних для побудови діаграми пластичності

| Марка матеріалу | Значення граничних деформацій | | | Коефіцієнти чутливості | |
|-----------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|-------------|
| | $e_p(\eta = -1)$ | $e_p(\eta = 0)$ | $e_p(\eta = 1)$ | λ_1 | λ_2 |
| G3Si1 | 2,102 | 0,425 | 0,27 | 0,454 | 1,599 |
| Св-08Г2С | 1,696 | 0,27 | 0,254 | 0,061 | 1,838 |

Значний внесок у апроксимації діаграми пластичності зробили Г.Д. Дель [4] та В.А. Огородніков

[3]. Діаграму пластичності матеріалів G3Si1 та Св-08Г2С в області зміни показника напруженого стану $-2 \leq \eta \leq 0$ було апроксимовано за Г.Д. Делем [4]:

$$e_p = \frac{e_{p-1} e_{p0} \exp(-\eta)}{e_{p-1} + \eta [e_{p-1} - 2,72 e_{p0}]}, \quad (1)$$

де e_{p-1} – пластичність металу при одноосьовому стиску та e_{p0} – пластичність металу при крученні.

Апроксимація за В.А. Огородніковим [3]:

$$e_p = e_{p0} \exp(-\lambda_{1,2} \eta), \quad (2)$$

де $\lambda_{1,2}$ – чутливість пластичності металу до зміни схеми напруженого стану (λ_1 при $0 \leq \eta \leq 2$ і λ_2 при $-2 \leq \eta \leq 0$). Значення розрахованих коефіцієнтів чутливості наведено у табл.1

Також було розраховано показник напруженого стану за Бريدжменом при розтягу, граничну деформацію за методикою роботи [5] та результати розрахунку представлено на рис. 1. Побудовані діаграми пластичності матеріалів G3Si1 та Св-08Г2С та відповідні апроксимації представлено на рис. 1.

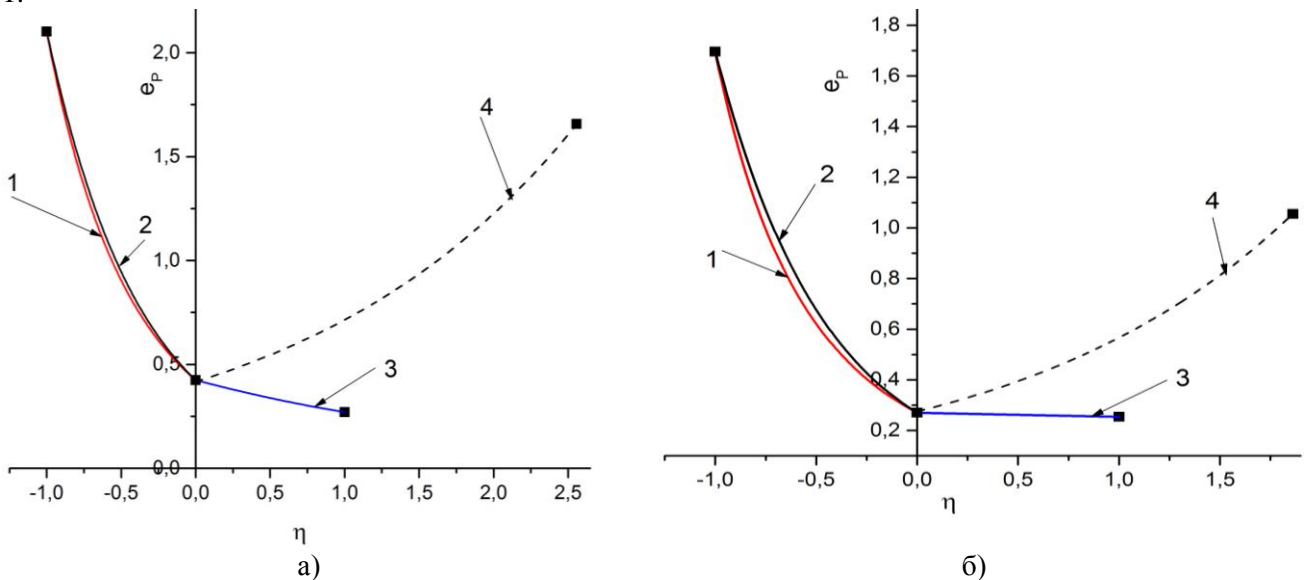


Рис.1 – Діаграма пластичності матеріалів: а) G3Si1, б) Св-08Г2С (1 – апроксимація за (1), 2,3 – за (1) та 4 – [5])

Як свідчать рис.1 пластичність матеріалів G3Si1 та Св-08Г2С добре описується функціями (1) та (2) у від’ємній області показника напруженого стану η та у додатній області за (2). Але у додатній області показника η при розрахунку за формулою Бريدжмена при розтягу спостерігається немонотонність залежності пластичності від η . Тобто функція, що описує пластичність при даних значеннях є немонотонною, що в свою чергу несе за собою невизначеність при апроксимації.

Висновки

Побудовані діаграми пластичності матеріалів G3Si1 та Св-08Г2С добре апроксимуються у від’ємній області степеневими функціями. У додатній області показника напруженого стану η , що був розрахований за формулою Бريدжмена спостерігається немонотонність залежності пластичності від η . Це в свою чергу призводить до невизначеності при апроксимації.

Катанка марок G3Si1 та Св-08Г2С в умовах всебічного стиску (від’ємна область діаграми пластичності) проявляє хорошу здатність до пластичної деформації, що дозволяє її переробляти до великих значень накопиченої пластичної деформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Грушко О. В. Феноменологічні аспекти створення карт матеріалів для процесів холодного пластичного деформування / О. В. Грушко // *Обработка материалов давлением* : сб. науч. тр. – Краматорск : ДГМА, 2013. – № 1 (34). – С. 85–95. – ISSN 2076-2151.
2. Параметры модели, формирующей карту материала в процессах обработки давлением / В.А. Огородников, Л.И. Алиева, В.М. Кожушаный, И.А. Деревенько // // *Обработка материалов давлением*: сб. науч. тр. – Краматорск: ДГМА, 2011. – №1(26). – С. 91-98. – ISSN 2076-2151.
3. Огородников В. А. Деформируемость и разрушение металлов при пластическом формоизменении / В. А. Огородников. – К. : УМК ВО, 1989. – 152 с.
4. Дель Г. Д. Технологическая механика / Г. Д. Дель. – М. : Машиностроение, 1978. – 174 с.
5. Бриджмен П. Исследование больших пластических деформаций и разрыва / П. Бриджмен. – М.: Наука, 1955. – 444 с.

Грушко Олександр Володимирович – д.т.н., проф., професор кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: grushko1alex@gmail.com.

Слободянюк Юлія Олегівна – інженер-технолог, ПАТ «ПлазмаТек», м.Вінниця, e-mail: juliya_slobodyanyuk@mail.ru

Grushko Olexandr V. - Dr. Sc., Professor of materials resistance and applied mechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: grushko1alex@gmail.com.

Slobodyanyuk Yuliya O. – processing engineer, PJSC PlasmaTec, Vinnitsa, e-mail: juliya_slobodyanyuk@mail.ru.