

ЗМІННІСТЬ ПЛАСТИЧНОСТІ МАТЕРІАЛУ В РОЗРАХУНКАХ ПРОЦЕСІВ ХОЛОДНОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виявлено, що неоднорідність пластичності матеріалів не враховується в розрахунках процесів холодної пластичної деформації, та призводить до суттєвих похибок у визначенні технологічних параметрів процесу формозміни.

Ключові слова: пластичність, холодна пластична деформація, неоднорідність властивостей.

Abstract

Heterogeneity plasticity of same steel was found in some brands of material plasticity that affects the calculation processes cold plastic deformation, and leads to errors in the received payments.

Keywords: heterogeneous, plasticity, cold plastic deformation.

Вступ

Розрахунки процесів холодної пластичної деформації ведуться на основі відомостей про характер навантаження заготовки та її пластичність. Кількісним вираженням пластичності матеріалу є його гранична деформація за певних умов навантаження. Встановлення можливості досягнення певної величини пластичної деформації ведеться на основі критерію використаного ресурсу пластичності, для розрахунку якого припускають, що матеріал пластично однорідний [1]. Тим часом більшість реальних матеріалів і виробів з них мають гетерогенну пластичність. Коли неоднорідність пластичності незначна, нею можна знехтувати, а в інших випадках – це може привести до суттєвих помилок під час розрахунку процесів холодної пластичної деформації. Застосовуючи характеристики пластичності матеріалів, що приводяться в довідковій літературі, при розрахунках процесів холодної пластичної деформації слід мати на увазі, що ці характеристики, як правило, отримані в процесі випробувань зразків, вирізаних з заготовок з однорідними властивостями.

Метою роботи є виявлення якісного впливу різної величини пластичності матеріалів на розрахунки процесів холодної пластичної деформації.

Результати дослідження

В основі пластичної деформації лежить процес ковзання. Кристалічну ґратку металу можна побудувати шляхом укладання її атомних площин один на одного. Якщо новий шар покладений на нижній шар не цілком "правильно", а зміщений в певному напрямку решітки на кілька її періодів, то він ляже точно на основу, але деякі кромки виступатимуть. Оскільки, число таких краєвих атомів становить дуже малу частину від загальної кількості (якщо розглядати кристали макроскопічних розмірів), то положення після зсуву енергетично майже не відрізнятиметься від рівноважного. Такого роду процеси, при яких відбувається кооперативне зрушення атомів уздовж кристалографічної площини, спостерігаються при пластичній деформації. Описаний процес ковзання являє елементарний акт пластичної деформації, оскільки ковзання по окремих площинах всієї системи площин ковзання відбувається незалежно.

Дослідженнями встановлено, що зміщення атомів уздовж кристалографічних площин відбувається естафетним чином [2]. У кожен момент часу в зміщенні беруть участь не всі атоми, що знаходяться по обидва боки від площини ковзання, а лише порівняно невелика група атомів. Для опису такого механізму було використано уявлення про особливий тип недосконалостей в решітці -

дислокації. Пластична деформація здійснюється переміщенням дислокацій вздовж деяких кристалографічних площин (площин ковзання) і кристалографічних напрямків (напрямків ковзання). Зміщення атомних площин відбувається у кристалографічних напрямках найбільш заселених атомами, при цьому опір зсуву атомних площин відсутній, або незначний. У металевому кристалі завжди є кілька площин і напрямків ковзання.

Загальновідомо, що схильність тих чи інших тіл пластично деформуватися залежить від типу хімічного зв'язку. Про взаємозв'язок між пластичністю і типом хімічного зв'язку йдеться у конфігураційній моделі твердих тіл [3]. На основі цієї моделі можна прийти до висновку, що у металах є області більш пластичні і менш пластичні (дві фази).

Разом з тим, у висновок про можливість отримання того чи іншого виробу методами пластичної деформації здійснюються на основі критерію використаного ресурсу пластичності Ψ [1], який враховує усереднену криву граничної деформації:

$$\Psi = \int_0^{e_i} n \frac{e_i^{n-1}}{e_p(\eta)^n} de_i \leq 1, \quad (1)$$

де e_p – гранична деформація до руйнування; e_i – інтенсивність деформацій; $e_p(\eta)$ – крива граничних деформацій; $\eta = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{\sigma_i}$ – показник жорсткості напруженого стану; $n = 1 + a \frac{d\eta}{de_i}$ –

показник, який враховує характер зміни пластичності в залежності від швидкості зміни жорсткості (a – емпіричний коефіцієнт рівний 0,2)

Для апроксимації кривої граничних деформацій користуються залежностями

$$e_p(\eta) = e_p(0) \cdot e^{(-\lambda\eta)}, \quad (2)$$

де $\lambda = \ln \frac{e_p(\eta = 0)}{e_p(\eta = 1)}$ та $e_p(0)$, $e_p(1)$ – граничні деформації зсуву (кручення) і розтягу.

З (2) слідує, що пластичність матеріалу в довільний момент часу описується залежністю від граничних деформацій кручення і розтягу, які отримані шляхом усереднення результатів випробувань на кручення і розтяг відповідно. В роботі [4] вказано, випробування зразків виготовлених з однакового матеріалу однієї і тієї ж партії, дають розкид значень граничної деформації в межах до $\pm 12\%$ від усередненого. Це, на наш погляд, є результатом пластичної неоднорідності матеріалу викликаною структурною та фазовою гетерогенністю. Крім того, апроксимація (2) припускає, що пластичність матеріалу в точці (малому об'ємі) плавно та монотонно зі зміною співвідношень головних напружень. Зміна співвідношень головних напружень, що діють на кристал призводить до переорієнтації оптимальної системи ковзання, яка може не співпадати з реальною в силу їх скінченної кількості, що призводить до локального пониження пластичності матеріалу.

В силу вище викладених чинників, для розрахунків процесів холодного пластичного деформування, замість єдиної поверхні (кривої) граничних деформацій доцільно застосовувати діапазон ймовірної граничної деформації. З вираз (1) видно, що збільшення діапазону розкиду пластичності матеріалу спричиняє зростання похибки визначення використаного ресурсу пластичності, що потрібно враховувати під час встановлення параметрів технологічного процесу.

Висновок

Під час проведення розрахунків процесів холодного пластичного деформування доцільно враховувати можливість варіювання величини граничної деформації для досягнення найбільш

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Огородников В.А. Деформируемость и разрушение металлов при пластическом формоизменении /В. А. Огородников. – К.: УМК ВО, 1989.–152 с.

2. Конева Н. А. Физика прочности металлов и сплавов / Н. А. Конева // Соросовский Образовательный Журнал. – Москва: ISSEP, 1997. – № 7. – С. 95–102.
3. Самсонов, Григорий Валентинович. Конфигурационная модель вещества: монография / Г. В. Самсонов, И. Ф. Прядко, Л. Ф. Прядко ; АН УССР, Ин-т проблем материаловедения. - Киев : Наукова думка, 1971. - 230 с.
4. Колмогоров В. Л. Напряжения, деформации, разрушение / В. Л. Колмогоров. – М. : Металлургия, 1970. – 229 с.

Савуляк Віктор Валерійович — к.т.н., доцент, доцент кафедри технології та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vvs_81@mail.ru.

Savulyak Victor V. — Associated Professor, Ph.D., Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vvs_81@mail.ru.

Мордач Михайло Олександрович — студент 4-го курсу, групи ПМ-12б, факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: qwert3914@mail.ru.

Mordach Mikhail O. — student of Faculty Machinebuilding & Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: qwert3914@mail.ru.