



ВЕСТНИК
НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА
«ХПИ»

31'2009

Харьков

Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць.
Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях.- Харків: НТУ „ХПІ”-
2009. -№31. - 132с.

В сборнике представлены теоретические и практические результаты научных исследований и разработок, которые выполнены преподавателями высшей школы, аспирантами, научными сотрудниками, специалистами различных организаций и предприятий

Для научных работников, преподавателей, аспирантов, специалистов

У збірнику представлені теоретичні та практичні результати наукових досліджень та розробок, що виконані викладачами вищої школи, аспірантами, науковими співробітниками, спеціалістами різних організацій та підприємств Для наукових співробітників, викладачів, аспірантів, спеціалістів

Друкується за рішенням Вченої ради НТУ „ХПІ”, Протокол № 11 від 30.10.2009

Національний технічний університет „ХПІ” 2009

МИХАЛЕВИЧ В. М., докт. техн. наук, проф., ВНТУ, м. Вінниця
КРАСВСЬКИЙ В. О., канд. техн. наук, доц., ВНТУ, м. Вінниця
ДОБРАНЮК Ю. В., аспірант, ВНТУ, м. Вінниця

МОДЕЛЮВАННЯ ГРАНИЧНИХ ПЛАСТИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСАХ ТА ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ

Розглянуто задачу апроксимації експериментальних даних, необхідних для визначення накопиченої деформації за умов складного деформування, що має місце на вільній бічній поверхні під час віссиметричного осадження циліндричних зразків за різних умов тертя на торцях.

Ключові слова: осадка циліндричних зразків; апроксимація деформацій, накопичена деформація.

Рассмотрена задача аппроксимации экспериментальных данных, необходимых для определения накопленной деформации при условиях сложного деформирования, которое имеет место на свободной боковой поверхности во время осесимметрической осадки цилиндрических образцов при разных условиях трение на торцах.

Ключевые слова: осадка цилиндрических образцов; аппроксимация деформаций, накопленная деформация.

The problem of the experimental data's approximation, necessary for accumulate strain's definition under conditions of complex strain which occur on a free lateral surface during axial-symmetric compression of cylindrical samples under different conditions of friction at the end faces is considered in details.

Keywords: compression of cylindrical patterns; approximation of strains, accumulate strain.

Вступ

У роботі [1] розроблена експериментально-аналітична методика визначення напружено-деформованого стану на бічній поверхні циліндричних зразків під час віссиметричного осадження між плоскими плитами. Експериментальна частина цієї методики була широко розвинута в чисельних роботах, зокрема [2, 3, 4]. Що ж стосується аналітичної частини методики визначення напружено-деформованого стану, то вона не тільки не вдосконалювалася, а взагалі залишилася фактично непоміченою. *Метою даної роботи є розробка інформаційних технологій визначення деформованого стану, формулювання і аналіз оптимізаційних задач при визначенні граничних деформацій для окремих класів нестационарного деформування.*

Основна частина

Залежність між осьюовою та коловою деформаціями, які отримані експериментально, $\varepsilon_z = f(\varepsilon_\varphi)$ можна апроксимувати декількома виразами. Однією із них є апроксимація у вигляді розв'язку диференціального рівняння з відокремлюваними змінними [1]

$$\frac{d\varepsilon_z}{d\varepsilon_\varphi} = -\frac{1}{2} - \frac{3}{2} \frac{m^2}{\varepsilon_\varphi^2 + m^2} \quad (1)$$

Авторами запропоновано альтернативні залежності:

$$\frac{d\varepsilon_z}{d\varepsilon_\varphi} = -\frac{1}{2} - \frac{3}{2} \frac{p^2}{\varepsilon_\varphi^2 + p^2}, \quad (2)$$

$$\frac{d\varepsilon_z}{d\varepsilon_\varphi} = -\frac{1}{2} - \frac{3}{2} \cdot e^{-m \cdot \varepsilon_\varphi}. \quad (3)$$

Розроблено методику визначення констант m і p на основі експериментальних даних.

Диференціальні рівняння (1) – (3) задовольняють наступні ключові умови: а)

$$-2 \leq \frac{d\varepsilon_z}{d\varepsilon_\varphi} < -\frac{1}{2}; \quad (4)$$

б) значення похідної $\frac{d\varepsilon_z}{d\varepsilon_\varphi}$ монотонно збільшується із зростанням деформацій, що є наслідком поступового збільшення бочкоутворення бічної поверхні в процесі осадження циліндричного зразка.

Розв'язками диференціальних рівнянь (1) – (3), із урахуванням початкової умови $\varepsilon_z|_{\varepsilon_\varphi=0} = 0$, є вирази

$$\varepsilon_z = -\frac{1}{2} \cdot \varepsilon_\varphi - \frac{3}{2} \cdot m \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{\varepsilon_\varphi}{m}\right), \quad (5)$$

$$\varepsilon_\varphi = -2 \cdot \varepsilon_z + 3 \cdot p \cdot \operatorname{arctg}\left(\frac{\varepsilon_z}{2 \cdot p}\right), \quad (6)$$

$$\varepsilon_z = -\frac{1}{2} \cdot \varepsilon_\varphi - \frac{3}{2 \cdot m} \cdot \left(e^{-m \cdot \varepsilon_\varphi} - 1\right). \quad (7)$$

Накопичена пластична деформація визначається за відомим співвідношенням [1, 2, 5, 6, 7]

$$\varepsilon_u(t) = \int_0^t \dot{\varepsilon}_u(\tau) d\tau, \quad (8)$$

де t , τ – час; $\dot{\varepsilon}_u$ – інтенсивність швидкостей деформацій.

Із урахуванням параметричного подання залежностей (5) – (7), вираз для накопиченої деформації (8), після деяких перетворень, набуває вигляду

$$\varepsilon_u(x, m) = m \cdot \int_0^x \sqrt{3 + \frac{1}{\cos^2 x}} dx, \quad (9)$$

$$\varepsilon_u(x, p) = p \cdot \int_0^x \sqrt{\frac{4}{\cos^2 x} - 3} dx, \quad (10)$$

$$\varepsilon_u(x, m) = \frac{1}{2 \cdot m} \left[4 + \ln \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{1+3 \cdot x^2} + 1}{3 \cdot \sqrt{1+3 \cdot x^2} - 1} \right) - 2 \cdot \sqrt{1+3 \cdot x^2} \right]. \quad (11)$$

На рис. 1 приведені траєкторії деформування та розрахункові значення граничних накопичених деформацій згідно лінійному принципу накопичення пошкоджень [6]. Приведені в роботі результати нам важливі для демонстрації та аналізу зв'язку початкових і кінцевих результатів. Як впливає із порівняння приведених даних, траєкторії деформацій відрізняються помітно, причому

додатковий аналіз показує, що відбувається це за рахунок значень показника напруженого стану. Проте відмінність розрахункових значень граничних деформацій по цих траєкторіях на порядок менша розкиду експериментальних даних.

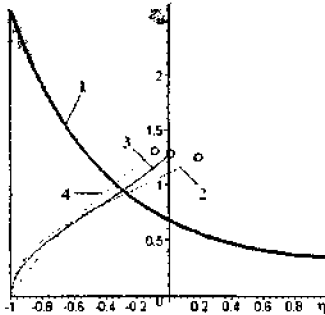


Рис. 1. Траєкторії деформацій та граничні деформації;
 1 – крива граничних деформацій під час стаціонарного деформування;
 2, 3, 4 – траєкторії деформацій розраховані на основі (5) ($m = 0,5$), (6) ($p = 0,857$), (7) ($m = 1,154$) відповідно; o – розрахункові значення граничної накопиченої деформації по відповідних траєкторіях

Створення банку апроксимацій типу (9) – (11) та їх аналітичний та чисельний аналіз необхідно для можливості підбору найкращої залежності для конкретних експериментальних даних, а також для побудови ефективних обчислювальних схем розв'язання задачі визначення граничних деформацій за умов нестационарного (складного) деформування. Принципова відмінність залежності (11) від (9), (10) полягає в тому, що це елементарна функція, значення якої обчислюються незрівнянно швидше порівняно з чисельним знаходженням інтегралів типу (9), (10). При розв'язанні задачі визначення граничних деформацій за умов нестационарного деформування обчислення накопиченої деформації відбувається в подвійному ітераційному циклі, в результаті указані функції обчислюються сотні і тисячі разів.

Для випадку гарячого деформування на основі моделі накопичення пошкоджень спадкового типу у роботі [8] для знаходження закону зміни швидкості деформації $\dot{\epsilon}_u = \dot{\epsilon}_u(t)$, при якому за заданий час t , матеріал набуває найбільшої деформації ϵ_u , сформульована варіаційна задача ізопериметричного типу

$$\epsilon_u = \int_0^t \dot{\epsilon}_u(\tau) \cdot d\tau \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} \int_0^t \varphi(t-\tau; I(\tau)) \cdot f(\dot{\epsilon}_u(\tau)) \cdot d\tau = 1; \\ \int_0^t \varphi(t-\tau; I(\tau)) \cdot f(\dot{\epsilon}_u(\tau)) \cdot d\tau \leq 1, \forall t \in (0, t_u), \end{cases} \quad (12)$$

t, τ – час; $\varphi(t-\tau, I(\tau))$ – ядро спадковості; f – деяка функція.

Розглянемо трьохступеневе деформування

$$\dot{\epsilon}_u = \begin{cases} \dot{\epsilon}_{u1}, & 0 \leq t \leq t_1; \\ \dot{\epsilon}_{u2}, & t_1 \leq t \leq t_2; \\ \dot{\epsilon}_{u3}, & t_2 \leq t \leq t_u. \end{cases} \quad (13)$$

Тоді варіаційна задача (12) зводиться до задачі нелінійного програмування

$$\varepsilon = \dot{\varepsilon}_{n1} t_1 + \dot{\varepsilon}_{n2} (t_2 - t_1) + \dot{\varepsilon}_{n3} (t_1 - t_2) \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} \dot{\varepsilon}_{n1} t_1^n - \dot{\varepsilon}_{n1} (t_1 - t_1)^n + \dot{\varepsilon}_{n2} (t_1 - t_1)^n - \dot{\varepsilon}_{n2} (t_1 - t_2)^n + \dot{\varepsilon}_{n3} (t_1 - t_2)^n - \gamma^n = 0; \\ -\dot{\varepsilon}_{n1} (t_2 - t_1)^n + \dot{\varepsilon}_{n1} t_2^n + \dot{\varepsilon}_{n2} (t_2 - t_1)^n - \gamma^n < 0; \\ t_1 < \gamma \dot{\varepsilon}_{n1}^{-\frac{1}{n}}, \end{cases} \quad (14)$$

де γ, n - параметри, що характеризують властивості матеріалу та умови деформування, а цільова функція ε , залежить від п'яти змінних $\dot{\varepsilon}_{n1}, \dot{\varepsilon}_{n2}, \dot{\varepsilon}_{n3}, t_1, t_2$.

Оптимальне значення може знаходитись або у стаціонарних точках, що знаходяться в середині області, які визначаються нерівностями

$$F_1(\dot{\varepsilon}_{n1}, \dot{\varepsilon}_{n2}, t_1, t_2) = \dot{\varepsilon}_{n1} t_1 + \dot{\varepsilon}_{n2} (t_2 - t_1) + \frac{\dot{\varepsilon}_{n1} (t_1 - t_1)^n - \dot{\varepsilon}_{n1} t_2^n + \dot{\varepsilon}_{n2} (t_1 - t_2)^n - \dot{\varepsilon}_{n2} (t_1 - t_1)^n + \gamma^n}{(t_1 - t_2)^{n-1}}, \quad (15)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial F_1}{\partial \dot{\varepsilon}_{n1}} = 0; \quad \frac{\partial F_1}{\partial \dot{\varepsilon}_{n2}} = 0; \quad \frac{\partial F_1}{\partial t_1} = 0; \quad \frac{\partial F_1}{\partial t_2} = 0; \\ -\dot{\varepsilon}_{n1} (t_2 - t_1)^n + \dot{\varepsilon}_{n1} t_2^n + \dot{\varepsilon}_{n2} (t_2 - t_1)^n - \gamma^n < 0; \\ t_1 < \gamma \dot{\varepsilon}_{n1}^{-\frac{1}{n}}; \\ \dot{\varepsilon}_{n3} = \frac{\dot{\varepsilon}_{n1} (t_1 - t_1)^n - \dot{\varepsilon}_{n1} t_2^n + \dot{\varepsilon}_{n2} (t_1 - t_2)^n - \dot{\varepsilon}_{n2} (t_1 - t_1)^n + \gamma^n}{(t_1 - t_2)^n}, \end{cases} \quad (16)$$

або на границі області, тобто при значеннях невідомих, що є розв'язками систем (18), (20), (22)

$$F_2(\dot{\varepsilon}_{n1}, \dot{\varepsilon}_{n2}, t_2) = \gamma \dot{\varepsilon}_{n1}^{-\frac{1}{n}} + \dot{\varepsilon}_{n2} \cdot \rho(t_2) + \frac{\dot{\varepsilon}_{n1} \cdot \rho(t_2)^n - \dot{\varepsilon}_{n1} t_2^n + \dot{\varepsilon}_{n2} (t_2 - t_2)^n - \dot{\varepsilon}_{n2} \cdot \rho(t_2)^n + \gamma^n}{(t_2 - t_2)^{n-1}}, \quad (17)$$

$$\rho(t) = t - \gamma \dot{\varepsilon}_{n1}^{-\frac{1}{n}};$$

$$\begin{cases} \frac{\partial F_2}{\partial \dot{\varepsilon}_{n1}} = 0; \quad \frac{\partial F_2}{\partial \dot{\varepsilon}_{n2}} = 0; \quad \frac{\partial F_2}{\partial t_2} = 0; \\ -\dot{\varepsilon}_{n1} (t_2 - t_1)^n + \dot{\varepsilon}_{n1} t_2^n + \dot{\varepsilon}_{n2} (t_2 - t_1)^n - \gamma^n < 0; \\ \dot{\varepsilon}_{n3} = \frac{\dot{\varepsilon}_{n1} (t_1 - t_1)^n - \dot{\varepsilon}_{n1} t_2^n + \dot{\varepsilon}_{n2} (t_1 - t_2)^n - \dot{\varepsilon}_{n2} (t_1 - t_1)^n + \gamma^n}{(t_1 - t_2)^n}; \\ t_1 = \gamma \dot{\varepsilon}_{n1}^{-\frac{1}{n}}, \end{cases} \quad (18)$$

$$\begin{aligned}
 F_3(\dot{\epsilon}_{n1}, t_1, t_2) &= \dot{\epsilon}_{n1} t_1 + \frac{\gamma^n + \dot{\epsilon}_{n1}(t_2 - t_1)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n}{(t_2 - t_1)^n} (t_2 - t_1) + \\
 &+ \frac{\dot{\epsilon}_{n1}(t_1 - t_2)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n + \gamma^n}{(t_1 - t_2)^{n-1}} + \\
 &+ \frac{(\gamma^n + \dot{\epsilon}_{n1}(t_2 - t_1)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n)(t_1 - t_2)^n - (\gamma^n + \dot{\epsilon}_{n1}(t_1 - t_2)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n)(t_1 - t_1)^n}{(t_1 - t_2)^{n-1}(t_2 - t_1)^n},
 \end{aligned} \tag{19}$$

$$\left\{ \begin{aligned}
 &\frac{\partial F_3}{\partial \dot{\epsilon}_{n1}} = 0; \quad \frac{\partial F_3}{\partial t_1} = 0; \quad \frac{\partial F_3}{\partial t_2} = 0; \\
 &t_1 < \gamma \dot{\epsilon}_{n1}^{-\frac{1}{n}}; \\
 &\dot{\epsilon}_{n2} = \frac{\gamma^n + \dot{\epsilon}_{n1}(t_2 - t_1)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n}{(t_2 - t_1)^n}; \\
 &\dot{\epsilon}_{n3} = \frac{\dot{\epsilon}_{n1}(t_1 - t_2)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n + \gamma^n}{(t_1 - t_2)^n} + \frac{\gamma^n + \dot{\epsilon}_{n1}(t_2 - t_1)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n}{(t_2 - t_1)^n} - \\
 &\quad \frac{(\gamma^n + \dot{\epsilon}_{n1}(t_2 - t_1)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n)(t_1 - t_1)^n}{(t_2 - t_1)^n(t_1 - t_2)^n},
 \end{aligned} \right. \tag{20}$$

$$\begin{aligned}
 F_4(\dot{\epsilon}_{n1}, t_2) &= \gamma \dot{\epsilon}_{n1}^{-\frac{1}{n}} + (\gamma^n + \dot{\epsilon}_{n1} \cdot \rho(t_2)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n) \cdot \rho(t_2)^{1-n} + \\
 &+ \frac{\dot{\epsilon}_{n1} \cdot \rho(t_1)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n + \gamma^n}{(t_1 - t_2)^{n-1}} + \frac{(\gamma^n + \dot{\epsilon}_{n1} \cdot \rho(t_2)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n)(t_1 - t_2)}{\rho(t_2)^n} \\
 &= \frac{(\gamma^n + \dot{\epsilon}_{n1} \cdot \rho(t_2)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n) \cdot \rho(t_1)^n}{(t_1 - t_2)^{n-1} \cdot \rho(t_2)^n},
 \end{aligned} \tag{21}$$

$$\left\{ \begin{aligned}
 &\frac{\partial F_4}{\partial \dot{\epsilon}_{n1}} = 0; \quad \frac{\partial F_4}{\partial t_2} = 0; \\
 &t_1 = \gamma \dot{\epsilon}_{n1}^{-\frac{1}{n}}; \\
 &\dot{\epsilon}_{n2} = \frac{\gamma^n + \dot{\epsilon}_{n1}(t_2 - t_1)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n}{(t_2 - t_1)^n}; \\
 &\dot{\epsilon}_{n3} = \frac{\dot{\epsilon}_{n1}(t_1 - t_2)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n + \gamma^n}{(t_1 - t_2)^n} + \frac{\gamma^n + \dot{\epsilon}_{n1}(t_2 - t_1)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n}{(t_2 - t_1)^n} \\
 &\quad \frac{(\gamma^n + \dot{\epsilon}_{n1}(t_2 - t_1)^n - \dot{\epsilon}_{n1} t_2^n)(t_1 - t_1)^n}{(t_2 - t_1)^n(t_1 - t_2)^n}.
 \end{aligned} \right. \tag{22}$$

Розв'язок системи (16) визначає клас деформування із сталою швидкістю, що не є оптимальною схемою зміни швидкості, згідно із аналізом, що зроблений у роботі [8]. Тому для конкретного матеріалу, який ідентифікується значеннями γ і n , необхідно знайти розв'язки трьох систем (18), (20), (22) і серед них вибрати той, що відповідає найбільшій деформації. Для визначення оптимальної схеми розроблено MathCad та Maple програми.

Розглянемо експериментальні дані неперервного кручення зразків із сталі 14X17H2 при температурі 1150°C [8]. Згідно розрахунків найбільша деформація, яку здобуває матеріал при трьохступеневій зміні швидкості, визначається системою (22), розв'язавши яку дістанемо

$$\varepsilon_n = \begin{cases} 1.59, 0 \leq t \leq 0.821; \\ 0.048, 0.821 < t \leq 9.713; \\ 0.01, 9.713 < t \leq 30. \end{cases} \quad (23)$$

Накопичена деформація, яку отримає матеріал при застосуванні схеми (23), $\varepsilon_n = 1.939$. При деформуванні зі сталою швидкістю $\varepsilon_n = 1.8$, при застосуванні двохступеневої схеми максимальна деформація $\varepsilon_n = 1.914$ [9]. Тобто при застосуванні схеми (23) отримали збільшення максимальної деформації як у порівнянні із деформуванням зі сталою швидкістю, так і у порівнянні із оптимальною двохступеневою схемою. Слід зауважити, що ефект від оптимізації зростатиме для матеріалів з яскраво вираженою залежністю граничних деформацій від швидкості деформування.

Висновки

Основний результат – розрахункові значення граничної деформації мало чутливі до розкиду експериментальних даних по визначенню деформацій. Вибір виду апроксимацій залежностей між компонентами деформацій процесу осадження суттєво впливає на побудову шляхів деформування та має невеликий вплив на визначення граничних деформацій. При застосуванні трьохступеневої схеми деформування прослідковується збільшення максимальної деформації як у порівнянні із деформуванням зі сталою швидкістю, так і у порівнянні із оптимальною двохступеневою схемою.

Список літератури: 1. Смирнов-Аляев Г. А. Сопротивление материалов пластическому деформированию. Инженерные методы расчета операций пластической обработки материалов / Смирнов-Аляев Г. А. –М.–Л.: Машгиз, 1961. – 463 с. 2. Пластичность и разрушение / Под ред. В.Л.Колмогорова. М.: Металлургия. 1977. – 336с. 3. Огородников В. А. Деформируемость и разрушение металлов при пластическом формоизменении / Огородников В. А. – К.: УМК ВО, 1989. – 152 с. 4. Матвийчук В.А. Совершенствование процессов локальной ротационной обработки давлением на основе анализа деформируемости металлов: монография / В.А. Матвийчук, И.С. Алиев. –Краматорск: ДГМА, 2009. - 268 с. ISBN 978-966-379-317-7. 5. Михалевич В. М. Накопичена деформація та інтенсивність логарифмічних деформацій при осадці циліндричних зразків з бочкоутворенням / Михалевич В. М., Добранок Ю. В. // Обработка металлов давлением: сборник научных трудов. –Краматорск: ДГМА – 2009 – №1(20) – С.129-134. 6. Михалевич В. М. Побудова ефективних обчислювальних схем у Maple під час розв'язання задачі визначення граничних деформацій за умов складного деформування [Електронний ресурс] / Михалевич В. М., Добранок Ю. В., Михалевич О. В. // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – №2. – Київ: Національна бібліотека ім. В. І. Вернадського. – 2009. – 7 с. – Режим доступу до журн.:

http://www.nbuvi.gov.ua/e-journals/VNTU/2009_2/2009-2.htm. 7. Михалеви́ч В. М. Тензорні моделі накопичення пошкоджень / Михалеви́ч В. М. –Вінниця: "УНІВЕРСУМ–Вінниця", 1998 – 195 с. ISBN 966-7199-20-7. 8. Михалеви́ч В. М., Красвський В. О. Формулювання варіаційної задачі для моделі накопичення пошкоджень при гарячому деформуванні // В зб.: «Обробка матеріалів тиском». Збірник наукових праць. – Краматорськ, 2009. – №2(21). – С. 12-16. – ISBN 978-966-379-339-9. 9. Михалеви́ч В. М., Красвський В. О., Добрянок Ю. В. Вісесиметрична осадка циліндричних заготовок // В зб.: «Наукові нотатки». Міжвузівський збірник (за напрямом «Інженерна механіка»). – Луцьк, 2009. – Випуск 25, частина I. – С. 241-249. – ISBN 5-7763-8653-5.

УДК 669.017

ВОРОБЬЄВ К.Г., інж., Інститут концепцій транспортного машиностроєння, Німецький аерокосмічний центр (DLR-FK), Штутгарт, Германия

БЕЕ Э., інж., Інститут концепцій транспортного машиностроєння, Німецький аерокосмічний центр (DLR-FK), Штутгарт, Германия

ГРИНКЕВИЧ В.А., докт. техн. наук, проф., НМетАУ, Днепропетровск

КУЗЬМИНА О.М., канд. техн. наук, НМетАУ, Днепропетровск

ДАНЧЕНКО В.Н., докт. техн. наук, проф., НМетАУ, Днепропетровск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЕФОРМАЦИИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВЫХ И МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Експериментально досліджено окремі та спільне вплив температури і швидкості деформування на показники міцності та пластичності алюмінієвих сплавів 5754, 5083 і магнієвого сплава AZ31. Отримано рівняння регресії. Визначено умови, при яких показники максимальної деформації до руйнування наближаються до значень, що відповідають ефекту надпластичності.

Експериментально досліджено окремі та спільний вплив температури і швидкості деформування на показники міцності та пластичності алюмінієвих сплавів 5754, 5083 і магнієвого сплава AZ31. Отримано рівняння регресії. Визначено умови, за яких показники максимальної деформації до руйнування наближаються до значень, що відповідають ефекту надпластичності.

Experimental investigation of the separate and combined influence of the temperature and strain rate on the strength and plasticity properties of the aluminium alloys 5754 and 5083 and magnesium alloy AZ31 is carried out. The regression equations were calculated. It is defined the process conditions for the deformation value approximated to the superplasticity effect.

1. Введение

Одним из приоритетных направлений развития автомобилестроения в Европе является снижение выброса в атмосферу углекислого газа. Достижение этой цели возможно как за счет применения в транспортном машиностроении альтернативных видов энергии, так и за счет снижения потребления традиционного топлива. Поэтому усилия разработчиков и производителей транспортных средств направлены в первую очередь на уменьшение массы автомобиля.

Сочетание в конструкции автомобиля элементов из сталей и легких сплавов и уменьшение толщины используемых деталей позволяет добиться снижения веса