



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **109984** (13) **U**
(51) МПК
G01N 3/08 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 01270	(72) Винахідник(и): Матвійчук Віктор Андрійович (UA), Михалевич Володимир Маркусович (UA), Добранюк Юрій Володимирович (UA), Бубновська Ірина Анатоліївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 15.02.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 26.09.2016	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 26.09.2016, Бюл.№ 18	(73) Власник(и): Бубновська Ірина Анатоліївна, II-пров. Шевченка, 10/1, м. Вінниця, 21037 (UA)

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛАСТИЧНОСТІ МЕТАЛІВ ВАЛЬЦЮВАННЯМ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗРАЗКІВ НА КЛИН

(57) Реферат:

Спосіб визначення пластичності металів вальцюванням циліндричних зразків на клин, причому з метою підвищення точності визначення пластичності при напруженому стані, що відповідає одноосьовому розтягу, за рахунок запобігання втраті стійкості деформування зразка у вигляді утворення шийки та забезпечення сталості значень показників напруженого стану протягом всього процесу випробування, деформування вільної бічної поверхні циліндричного зразка відбувається при його вальцюванні валками, а збільшення ступеня деформації та доведення матеріалу до руйнування забезпечується внаслідок зростання радіусів валків по мірі вальцювання та деформуванням зразка на клин.

UA 109984 U

Корисна модель належить до галузі техніки дослідження матеріалів, а саме до способів дослідження циліндричних зразків на пластичність в умовах близьких до одноосьового розтягу.

Одним з найбільш розповсюджених способів визначення характеристик пластичності металів є випробування зразків на розтяг (ГОСТ 1497-73). При стандартних випробуваннях фіксують відносно подовження δ і відносно звуження $\psi_{\text{ш}}$ зразків. При оцінці деформованості металів в процесах обробки тиском використовують криві граничних деформацій, в яких за міру пластичності приймають накопичену до моменту руйнування пластичну деформацію

$$\varepsilon_* = \varepsilon_{\text{и}}(t = t_*), \varepsilon_{\text{и}}(t) = \int_0^t \dot{\varepsilon}_{\text{и}}(\tau) d\tau, \quad \text{де } \dot{\varepsilon}_{\text{и}} - \text{інтенсивність швидкостей деформації};$$

$t(0 \leq t < t_*)$, $\tau(0 \leq \tau \leq t)$ - час; t_* - час деформування до руйнування.

При простому деформуванні, коли зберігається знак головних деформацій і сталість положення головних осей відносно матеріальних волокон, накопичена деформація дорівнює

$$\text{інтенсивності логарифмічних деформацій } \varepsilon_{\text{и}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2}, \quad \text{де } \varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$$

- головні логарифмічні деформації (Огородников В.А. Деформируемость и разрушение металлов при пластическом формоизменении / В.А. Огородников. - К.: УМК ВО, 1989. - 150 с).

Під кривою граничних деформацій металу розуміють залежність $\varepsilon_* = \varepsilon_*(\eta)$, що отримана за умови простого або стаціонарного деформування (при якому $\beta_{ij}(\varepsilon_{\text{и}}) = \text{const}$, $\eta(\varepsilon_{\text{и}}) = \text{const}$, $\mu_{\sigma}(\varepsilon_{\text{и}}) = \text{const}$, де β_{ij} - напрямний тензор приростів деформацій,

$\eta = I_1(T_{\sigma}) / \sqrt{3I_2(D_{\sigma})}$ - показник жорсткості напруженого стану, $I_1(T_{\sigma})$ і $I_2(D_{\sigma})$ - перший інваріант тензора і другий інваріант девіатора напружень, μ_{σ} - параметр Надаї-Лодє (Михалевич В.М.

Тензорні моделі накопичення пошкоджень / В.М. Михалевич. - Вінниця: "УНІВЕРСУМ - Вінниця", 1998. - 195 с.).

Проблеми дослідження пластичності металів обумовлюються тим, що наразі не розроблений комплекс способів побудови "єдиної" кривої граничних деформацій. Складнощі полягають у тому, що при традиційних способах дослідження зразків на розтяг у переважній більшості випадків неможливо забезпечити сталість їх напруженого стану протягом всього процесу деформування внаслідок появи на певній стадії розтягу шийки. Втрата стійкості деформування при розтягуванні у вигляді утворення шийки порушує сталість значень показників напруженого стану та приводить до "аномального" підвищення пластичності металів у порівнянні з більш жорсткими схемами напруженого стану.

Для забезпечення сталості показників напруженого стану і рівномірності розподілу НДС в деформованій частині зразка при побудові кривих граничних деформацій в роботі (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.) запропоновані різні способи випробування металів на пластичність. За результатами дослідження зразків на стиск, кручення, роздавання кільцевих зразків з різних металів та з використанням апроксимацій кривих граничних деформацій були отримані розрахункові значення граничної деформації $\varepsilon_*(\eta = +1)$ при одноосьовому розтягуванні. Встановлено, що розходження між експериментальними та розрахунковими значеннями граничної деформації при розтягуванні $\Delta\varepsilon_*$ залежить від параметра кривизни шийки $R/d_{\text{ш}}$, тобто від відношення радіуса кривизни шийки R до її діаметра $d_{\text{ш}}$. Із зменшенням параметра кривизни шийки до значень $R/d_{\text{ш}} = 0,5$ розходження значень граничних деформацій сягало $\Delta\varepsilon_* \geq 0,5$, що для ряду металів перевищувало відносно відхилення 100 %. Все це свідчить про неможливість використовувати значення пластичності металів, що отримані за результатами розтягу циліндричних зразків, при оцінці деформованості металів в процесах обробки тиском.

В роботі (Пластичность и разрушение / Под ред. В.Л. Колмогорова. - М.: Металлургия, 1977. - 336 с.) розглянуто спосіб прокатки зразків на клин. Спосіб включає прокатку зразків прямокутного або складно профільованого поперечного перерізу на двовалковому стані. Для реалізації даного способу необхідне спеціальне прокатне обладнання, при цьому складно реалізованим є прокатка на клин та забезпечення постійності показника напруженого стану. Тому прокатка на клин не знайшла широкого застосування для встановлення пластичності металів.

На сьогодні проблема отримання експериментальних значень граничної деформації в умовах близьких до одноосьового розтягування залишається не вирішеною.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення точності визначення характеристик пластичності металів в умовах близьких до одноосьового розтягу шляхом вальцювання циліндричних зразків на клин.

Аналіз напружено-деформованого стану вільної поверхні заготовки при вальцюванні, проведений в роботі (Матвійчук В.А. Моделювання температурних і деформаційних полів заготовки в процесі гарячого вальцювання за схемою "круг-овал" / В.А. Матвійчук, І.А. Бубновська // Обработка материалов давлением. - Краматорск: ДГМА, 2015. - № 1 (40). - С. 35-39) показав, що моделювання процесу вальцювання вихідних циліндричних заготовок між гладкими циліндричними валками в програмному комплексі DEFORM 3D і з використанням комбінованої методики імітаційного та експериментально-аналітичного моделювання забезпечує стабільність показника напруженого стану на бічній поверхні зразка впродовж всього процесу вальцювання.

Задача - підвищення точності визначення пластичності при напруженому стані, що відповідає одноосьовому розтягу, за рахунок запобігання втраті стійкості деформування зразка у вигляді утворення шийки та забезпечення сталості значень показників напруженого стану протягом всього процесу випробування.

Поставлена задача вирішується тим, що, відповідно до способу, деформування вільної бічної поверхні циліндричного зразка в умовах одноосьового розтягу відбувається при його вальцюванні валками, а збільшення ступеня деформації та доведення матеріалу до руйнування забезпечується внаслідок зростання радіусів валків по мірі вальцювання та деформуванням зразка на клин.

В основу корисної моделі поставлено задачу забезпечення стабільного напруженого стану близького до одноосьового розтягу (за значенням показника η) протягом випробування матеріалу на пластичність.

Поставлена задача вирішується тим, що експериментально-аналітичним методом та імітаційним моделюванням процесу вальцювання циліндричних зразків була встановлена постійність значення показника напруженого стану на вільній бічній поверхні за відсутності втрати зразком стійкості.

На Фіг. 1 показано вальцювання зразка на клин: а - переріз деформованої заготовки, де Б - поверхня контролю за деформаціями і руйнуванням б) - валками, радіуси яких зростають по мірі вальцювання зразка. Пристрій для випробування на пластичність циліндричного зразка 1 включає два валки 2, утримувач 3.

Спосіб здійснюється наступним чином. Дослідний циліндричний зразок 1, з нанесеною на його бічну поверхню подільною сіткою, закріплюється в утримувачі 3 і поблизу утримувача обтискується валками 2 при найменших радіусах їх поперечних перерізів. Вмикається обертання валків і здійснюється вальцювання заготовки на клин внаслідок зростання радіуса валків. Пластичність визначається за величиною деформації в момент появи тріщин на вільній поверхні Б зразка.

У випадку необхідності отримання за одне випробування двох значень пластичності металу при різних (але постійних в процесі деформування) показниках жорсткості напруженого стану η , здійснюють вальцювання криволінійного зразка: а) траєкторії шляхів деформування точки зовнішньої 1 та внутрішньої 2 бічних поверхонь б) на клин криволінійного зразка (Фіг. 2, а). Для цього вальцювання проводять конічними валками, радіуси яких зростають по мірі вальцювання зразка. При цьому менше здеформована внутрішня бічна поверхня зразка матиме менше значення показника η , а більше здеформована зовнішня поверхня зразка матиме більше значення показника η (Фіг. 2, б).

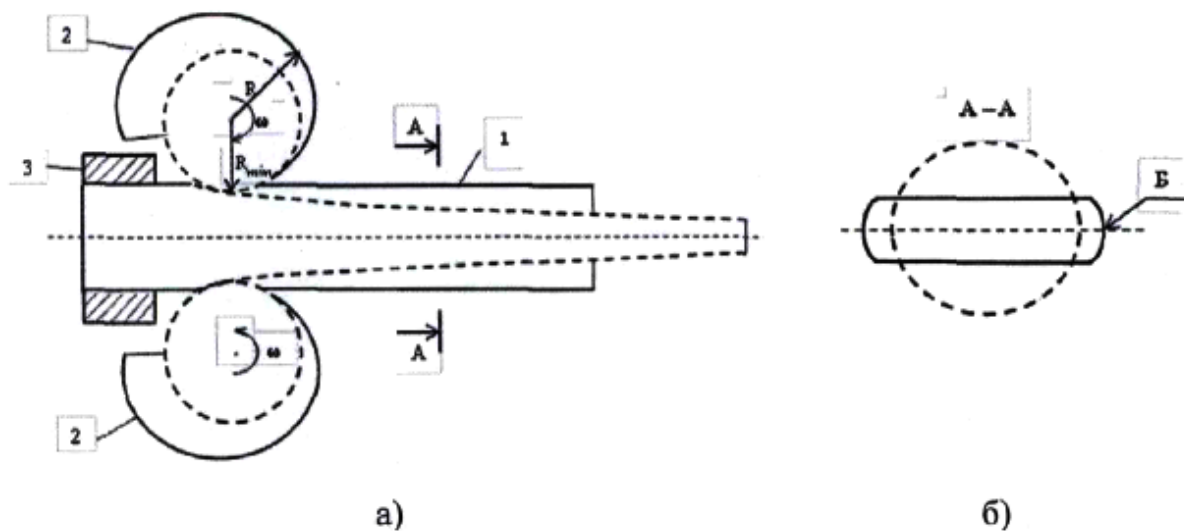
У порівнянні з базовим об'єктом, котрим є прототип, описаний спосіб забезпечує можливість випробування циліндричних зразків при сталому напруженому стані в процесі деформування та отримання двох значень пластичності за одне випробування при різних показниках жорсткості напруженого стану.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

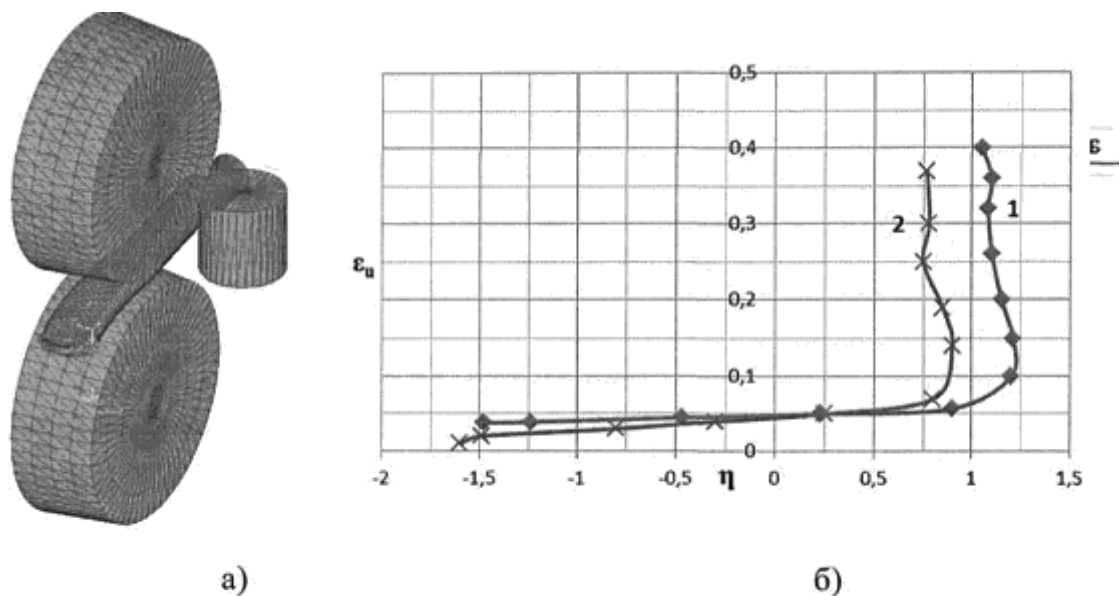
1. Спосіб визначення пластичності металів вальцюванням циліндричних зразків на клин, який **відрізняється** тим, що з метою підвищення точності визначення пластичності при напруженому стані, що відповідає одноосьовому розтягу, за рахунок запобігання втраті стійкості деформування зразка у вигляді утворення шийки та забезпечення сталості значень показників напруженого стану протягом всього процесу випробування, деформування вільної бічної поверхні циліндричного зразка відбувається при його вальцюванні валками, а збільшення

ступеня деформації та доведення матеріалу до руйнування забезпечується внаслідок зростання радіусів валків по мірі вальцювання та деформуванням зразка на клин.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що для отримання за одне випробування двох значень пластичності металу при різних показниках жорсткості напруженого стану, здійснюють вальцювання на клин криволінійного зразка, для чого вальцювання проводять конічними валками, радіуси яких зростають по мірі вальцювання зразка, а пластичність визначають за результатами вимірювання деформацій в місцях появи тріщин на внутрішній і зовнішній вільних бічних поверхнях зразка.



Фіг. 1. Схематичне зображення процесу вальцювання на клин



Фіг. 2. Схема вальцювання криволінійного зразка

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601