

ОЦІНКА ДЕФОРМОВАНOSTI МАТЕРІАЛІВ ПРИ РОТАЦІЙНІЙ ВИТЯЖЦІ ОСЕСИМЕТРИЧНИХ ЗАГОТОВОК

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі виконані дослідження пластичності металу в процесі ротаційної витяжки конічних деталей із листових заготовок. Для заданої форми і розмірів готової деталі установлені режими витяжки та геометричні характеристики деформувального ролика, при яких досягнуто мінімальних значень використаного ресурсу пластичності

Ключові слова: напруження; деформації; ротаційна витяжка; осередок деформації; заготовка;

Abstract

Investigation of the metal plasticity in the process of rotary drawing of conical parts from sheet materials is conducted. For the given shape and dimensions of the finished part such rotary modes and geometrical characteristics of the deforming roller are determined, which make it possible to achieve minimal values of the used plasticity resource.

Keywords: stress; deformations; rotational drawing; deformation region; blank

В даній роботі виконані дослідження процесі ротаційної витяжки конічних деталей із листових заготовок. Процес витяжки реалізували на верстаті 6P13Ф3 з числовим програмним керуванням. На такому верстаті можна задавати різні режими обробки від яких залежить якість виготовленої деталі. Завдяки задання потрібних параметрів при роботі програми можна добитися максимального використання пластичних властивостей матеріалу і створення найсприятливіших умов деформування. Ці параметри можна змінити в будь-який момент на кожному переході, домагаючись заданої шорсткості поверхні, високої точності і високої продуктивності обробки [1].

Для вибору раціональних геометричних характеристик деформувального ролика, при яких забезпечується максимальне використання пластичності металу заготовки, необхідно мати інформацію про вплив параметрів процесу на величину використаного ресурсу пластичності ψ . Величина ψ залежить як від фізико-механічних характеристик матеріалу заготовки, так і від напружено-деформованого стану в осередку деформації та законів його зміни в процесі пластичної деформації.

Щоб оцінити вплив параметрів процесу ротаційної витяжки на пластичність металу, що деформується, нами отримано наближений розв'язок задачі теорії пластичності і розраховано напружено-деформований стан (НДС) в осередку деформації [2]. Отриману інформацію про НДС використали для оцінки величини використаного ресурсу пластичності. При цьому використали критерії деформовності в основу яких покладена гіпотеза про скалярний характер процесу накопичених пошкоджень [3, 4]. Після аналізу отриманих результатів встановлено, що для деталей конічної форми, виготовлених із листових заготовок діаметром $d=80$ мм і товщиною $\delta=1$ мм із сталі 10. В якості робочого на оправці з кутом робочого конуса $\alpha_{on}=30^\circ$, найменше значення ψ має місце при використанні деформувального ролика діаметром $D_p=140$ мм з радіусом робочої поверхні $R=4$ мм.

Так як при ротаційній витяжці листових заготовок має місце немонотонна пластична деформація то для оцінки інтенсивності накопичення пошкоджень використовували тензорну модель процесу накопичення пошкоджень. Компоненти тензора пошкоджень ψ_{ij} визначили за формулою [5]

$$\psi_{ij} = \int_0^{eu} F(e_u^*, \eta, \mu_\sigma) \beta_{ij} de_u^* , \quad (1)$$

Компоненти направляючого тензора прирощень деформацій β_{ij} в (1) прийняті рівними [5]

$$\beta_{ij} = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \frac{d\varepsilon_{ij}}{de_u} \quad (2)$$

Функція $F(e_u, \eta, \mu_\sigma)$ залежить від фізико-механічних властивостей матеріалу і історії навантаження. В даній роботі прийнято, що

$$\psi_{ij} = \int_0^{e_u} \left(1 - a + 2a \frac{e_u}{e_p(\eta, \mu_\sigma)} \right) \beta_{ij} \frac{de_u}{e_p(\eta, \mu_\sigma)}, \quad (3)$$

де $e_p(\eta, \mu_\sigma)$ – поверхня граничних деформацій, а – стала величина, значення якої, в більшості випадків, приймають рівним $a=0,5$ [4, 5].

В якості міри пластичності прийнята величина граничної деформації

$$e_p = \int_0^{t_p} \dot{\varepsilon}_u d\tau, \quad (4)$$

де t_p – час деформування до руйнування.

Для оцінки рівня пошкодженості металу, обумовленої пластичною деформацією, прийнята величина використаного ресурсу пластичності

$$\psi = \sqrt{\psi_{ij} \psi_{ij}} \quad (5)$$

В результаті виконаних розрахунків встановлено, що величина ψ при вибраних розмірах та геометрії заготовки і деформувального ролика не перевищує значень $\psi \leq 0,5$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Петраков Ю.В. Повышение точности токарной обработки на станках с ЧПУ / Ю.В. Петраков, Д.П. Ковальчук // Вісник НТУУ «КПІ» – 2013 – Серія машинобудування №2 (68). – С. 134–138.
2. Сивак І.О. Напружений стан в осередку деформації листової заготовки при ротаційній витяжці осесиметричних деталей [Електронний ресурс] / І.О. Сивак, С.І. Сухоруков, Є.І. Шевчук // Наукові праці ВНТУ. – 2014 №4. – с.6; – Режим доступу: <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/3829/5589>
3. Огородников В. А. Деформируемость и разрушение металлов при пластическом формоизменении / В. А. Огородников. – К.: УМК ВО, 1989. – 152 с.
4. Богатов А. А. Ресурс пластичности металлов при обработке давлением / А. А. Богатов, О. И. Мижирицкий, С. В. Смирнов. – М.: Металлургия, 1984. – 144 с.
5. Дель Г.Д. Пластичность деформированного металла / Г. Д. Дель // Физика и техника высоких давлений, 1982. - №11. – С. 28-32.

Євген Ігорович Шевчук – аспірант кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет

Науковий керівник: **Іван Онуфрійович Сивак** – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технологій та автоматизації машинобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Shevchuk Yevgen – Postgraduate student of the Department of Machine-Building Technology and Automation, Shevae_111@mail.ru, Vinnytsia National Technical University.

Supervisor: **Syvak Ivan** – Dc. Sc. (Eng.), Prof., Head of the Department of Machine-Building Technology and Automation.