

Рис. 1. Распределение интенсивности деформаций в продольном сечении пустотелых поковок с относительным диаметром отверстия $d_0 / D = 0,8$ и углом выреза бойков $\alpha = 1150$ при различных степенях обжата и величинах подач: 0,1D (а); 0,2D (б); 0,3D (в)

Список літератури:

1. Новые технологические процессыковки крупных прессовых поковок.: монография / П. П. Кальченко, О. Е. Марков – Краматорск : ДГМА, 2014. – 100 с. ISBN 978-966-379-692-5.
2. Марков О. Е. Ресурсосберегающие технологические процессыковки крупных валов и плит : монография / О. Е. Марков, И. С. Алиев. – Краматорск : ДГМА, 2012. – 324 с. – ISBN 978-966-379-583-6.
3. Кобелев О.А., Тюрин В.А. Изготовление толстостенных трубных поковок и заготовок для производства плит / О.А. Кобелев, В.А. Тюрин // Кузнечно – штамповочное производство. – 2008. - №1. – С.27 – 30.
4. Пат. 86881 Україна, МПК(2013.01) В 21 J 5/00. Спосіб кування порожнистих циліндрів з дном / Марков О.Є., Маркова М. О.; заявник та власник Марков О.Є., Маркова М. О., Краматорськ. - № u201309697; заявл. 05.08.13; опубл. 10.01.14, Бюл. № 1. – 5 с. : іл.

УДК 621.77

Михалевич В.М., д.т.н., проф., Добранюк Ю.В., к.т.н., ст. викл.

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна

ЗАЛЕЖНІСТЬ МАКСИМАЛЬНОГО ДІАМЕТРУ ЗАГОТОВКИ ВІД СТУПЕНЯ ДЕФОРМАЦІЇ ПІД ЧАС ВІСЕСИМЕТРИЧНОГО ОСАДЖЕННЯ

У порівнянні з дослідженнями НДС і граничних деформацій, задачам аналітичного опису та аналізу геометричних параметрів заготовки під час вісесиметричного осадження не приділено достатньої уваги. Проте аналітичний опис заготовки при нестационарному деформуванні є не менш важливою задачею в дослідженні та удосконаленні технологічних процесів, що базуються на процесі вісесиметричного осадження.

Розробка аналітичного представлення геометричних параметрів заготовки при осадженні базується на врахуванні таких припущень:

- забезпечення умови незмінного об'єму заготовки;
- течія матеріалу має лише радіальний та осьовий компоненти;
- під час осадження забезпечується симетрія заготовки відносно її вісі, тобто розглядається вісесиметричне осадження (рис. 1);
- будь-який осьовий переріз є симетричною кривою, яка може бути подана у вигляді квадратичної параболи.

Розглянемо процес осадження за умови відсутності тертя на торцях ($k=1$), тобто за умови ідеального осадження, що супроводжується відсутністю бочкоутворення бічної поверхні заготовки. Математичну модель для радіуса циліндричної заготовки r (рис. 1) отримуємо із умови сталості об'єму:

$$r^2(h) = \frac{H}{h} \cdot r_0^2. \quad (1)$$

де H, h, r_0, r – початкові та поточні висота заготовки та радіус торців.

При деформуванні заготовки за умови наявності тертя на торцях бічна поверхня набуває бочкоподібної форми. При цьому радіуси бочки r_b та торців r_t задовольняють умови

$$r_t(h, k)|_{k>1} < r(h) = r(h, k)|_{k=1} < r_b(h, k)|_{k>1} \text{ при } h < H. \quad (2)$$

Побудову математичної моделі для залежності радіуса бочки від ступеня осадження та коефіцієнта тертя k на торцях логічно здійснювати на основі узагальнення співвідношення (1). При цьому вказана залежність має задовольняти початковій умові

$$r_b(h, k)|_{h=H} = r_0. \quad (3)$$

Для отримання структурного вигляду шуканого співвідношення, що узагальнює вираз (1), використовуємо підхід, відповідно до якого коефіцієнт тертя враховується в диференціальному рівнянні, структура якого може бути отримана диференціюванням співвідношення (1):

$$\frac{dr_b(h)}{dh} = -\frac{1}{2} \cdot r_0^2 \cdot \frac{H}{h^2} \cdot \frac{1}{r_b(h)}. \quad (4)$$

Для узагальнення співвідношення (4) з метою врахування наявності тертя на торцях, приймаємо до уваги такі міркування: за умови наявності тертя радіус бочки буде більшим за рівномірний радіус заготовки за умов відсутності тертя на торцях для однакових ступенів деформування, що враховано в умові (2).

Умови (2) є наслідком умови між швидкостями зміни радіуса бочки за різних умов тертя:

$$\left| \frac{dr_b(h, k > 0)}{dh} \right| > \left| \frac{dr_b(h, k = 1)}{dh} \right|. \quad (5)$$

Враховуючи отримані залежності, висуваємо гіпотезу, що швидкість зміни радіусу бочки прямо пропорційна коефіцієнту тертя на торцях, отже шукане диференціальне рівняння набуває вигляду

$$\frac{\partial r_b(h, k)}{\partial h} = -k \cdot \frac{1}{2} \cdot r_0^2 \cdot \frac{H}{h^2} \cdot \frac{1}{r_b(h)}, \quad 1 \leq k < \infty. \quad (6)$$

Розв'язанням диференціального рівняння (6), отримуємо співвідношення для залежності радіуса бочки при вісесиметричному осадженні із врахуванням тертя на торцях.

$$\int r_b(h, k) \cdot dr_b(h) = -\frac{1}{2} \cdot k \cdot r_0^2 \cdot H \cdot \int \frac{dh}{h^2}. \quad (7)$$

$$r_b^2(h, k) = k \cdot r_0^2 \cdot \frac{H}{h} + C(k). \quad (8)$$

Функцію $C(k)$ в співвідношенні (8) знаходимо із початкової умови (3)

$$C(k) = \left(r_b^2(h, k) - k \cdot r_0^2 \cdot \frac{H}{h} \right) \Big|_{\substack{h=H \\ r_b(H, k)=r_0}} = (1-k) \cdot r_0^2. \quad (9)$$

В результаті отримуємо:

$$r_b^2(h, k) = r_0^2 \cdot \left(k \cdot \left(\frac{H}{h} - 1 \right) + 1 \right). \quad (10)$$

Отже, аналітичне представлення радіусу бочки під час вісесиметричного осадження при нестационарному деформуванні, тобто за умови наявності тертя на торцях заготовки, набуває вигляду:

$$r_b(h, k) = r_0 \cdot \sqrt{k \cdot \left(\frac{H}{h} - 1 \right) + 1}. \quad (11)$$

Використовуючи співвідношення (11), для конкретних початкових геометричних розмірів заготовки, можна обчислити радіус бочки на будь-якому ступені осадження (рис. 2).

На основі останнього співвідношення та прийнятих припущень може бути побудовано динамічну модель формозміни бічної поверхні.

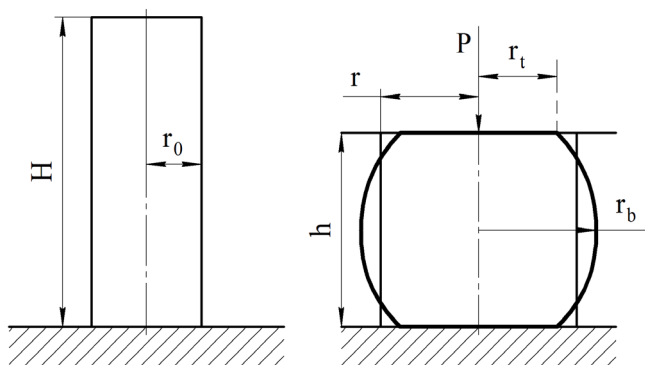


Рис. 1. Схематичне зображення формозміни при вісесиметричному осадженні

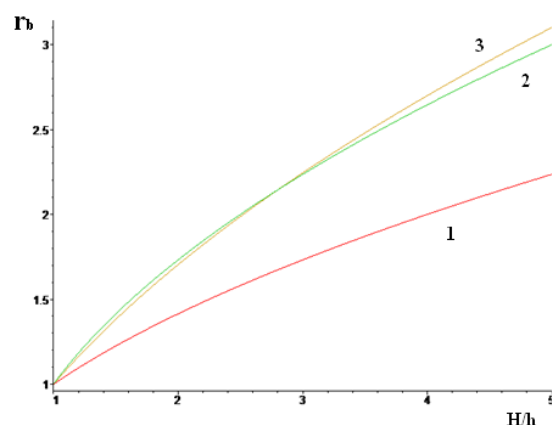


Рис. 2. Залежність радіуса бочки від ступеня вісесиметричного осадження при різних значеннях коефіцієнта тертя k : 1 – $k=1$; 2 – $k=1,7$; 3 – $k=2$

УДК.621.983

Калюжний В.Л., д.т.н., проф., Соколовська С.С., магістр, Вихованець І.В., магістр
НТУУ «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

КОМБІНОВАНЕ ВИТЯГУВАННЯ ВІСЕСИМЕТРИЧНИХ ПОРОЖНИСТИХ ВИРОБІВ В ДВОХКОНУСНІЙ МАТРИЦІ ІЗ ЛИСТОВИХ ЗАГОТОВОК З РІЗНИХ МАТЕРІАЛІВ

Метою роботи є встановлення параметрів граничного формоутворення вісесиметричних порожнистих виробів способом комбінованого витягування в двохконусній матриці.

Схема комбінованого витягування порожнистих виробів в двохконусній матриці з кутами α і β з позначеннями ображена на рис. 1.