

Моделювання МКЕ процесу редукування коротких циліндричних заготовок з важкого сплаву системи вольфрам-залізо-нікель

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто особливості моделювання коротких циліндричних заготовок з використанням програмного комплексу ANSYS/LS-DYNA, що базується на методі кінцевих елементів

Ключові слова: заготовка, моделювання, вісесиметрична постановка задачі, редукування

Abstract

The features of modeling short cylindrical pieces using a software system ANSYS / LS-DYNA, based on the finite element method.

Keywords: blank, modeling, axisymmetrical problem statement, reduction

Вступ

Для матеріалів, що використовуються в порошковій металургії і виготовляються за допомогою методу спікання виникає потреба їх обробки пластичним деформуванням з метою поліпшення механічних характеристик. Одним із таких є порошковий сплав системи вольфрам-нікель-залізо з вмістом вольфраму 89%, нікелю 7,7%, заліза 3,3% (ВНЗ) [1]. Оскільки в процесі спікання реалізуються заготовки з відносно малими відношеннями довжини до діаметра, то логічним для отримання необхідних фізико-механічних властивостей цих заготовок буде використання осесиметричного навантаження заготовки на обмеженій довжині [2]. В літературі даний спосіб навантаження називається - охоплююче деформування або редукування.

Процес редукування дозволяє отримати зміцнені заготовки малих розмірів. Завдяки силам опору деформуванню, які діють на заготовку в процесі редукування виникають позаконтактні складні ділянки розподілу відносних деформацій по довжині зразка. Особливістю процесу є величина таких ділянок, в яких процес деформування є нестационарний. В літературних джерелах відсутні відомості про розрахунок довжини таких ділянок, в тому числі напружено деформований стан.

Для нестационарних процесів пластичного деформування аналітичний розрахунок окремих параметрів в статично невизначених задачах осесиметричного навантаження деталей має значні труднощі пов'язані з інтегруванням диференціальних рівнянь рівноваги та умовою пластичності. Тому, при вирішенні багатьох задач пружно-пластичного деформування активно використовують комп'ютерне моделювання в програмах, що базуються на використанні кінцево-елементного методу моделювання [2].

Метою роботи є аналіз механіки процесу редукування коротких циліндричних заготовок сплаву ВНЗ з встановленням закономірностей між основними технологічними параметрами та розподілом інтенсивності накопичених деформацій на основі виконаного моделювання процесу.

Результати дослідження

Використано програмний комплекс ANSYS/LS-DYNA тому, що він зарекомендував себе в світовій практиці стабільністю розрахунків та широкими можливостями на усіх етапах моделювання [3]. Циліндрична заготовка проштовхується через пуансон з деяким натягом (рис. 1). Під час моделювання пуансон задавався абсолютно жорстким тілом (rigid), а заготовка – деформованим. Використано квадратну форму кінцевих елементів, на які розбивалась деталь. Відношення довжини заготовки до діаметра заготовки становить 30/10 (кількість елементів 600). Таке співвідношення є оптимальним з точки зору оцінювання довжини нестационарних ділянок. Збільшення довжини

заготовки від вказаних меж не надає більшої інформативності, оскільки збільшується лише довжина стаціонарної ділянки $l_{стац}$ (рис. 1).

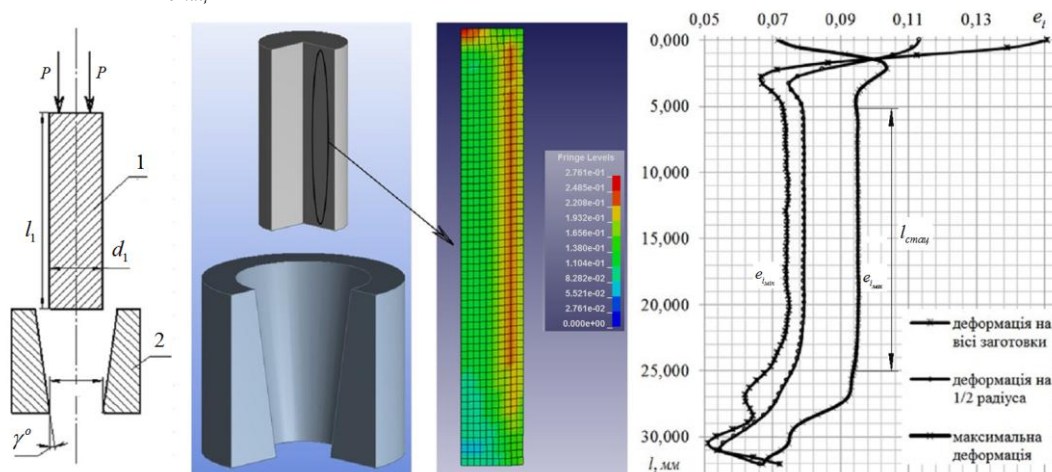


Рисунок 1 – Редукування заготовки (1 – заготовка, 2-матриця)

Фактором, що обмежує процес на закріпленій оправці, є несприятливі умови тертя в осередку деформації, які вимагають застосування високоефективних технологічних мастил і надійного кріплення оправки, спеціальної підготовки вихідної заготовки та раціонального вибору натягів.

З'ясовано, що: відносний натяг \bar{a} спричиняє суттєвий вплив на механіку процесу редукування; в процесі редукування суттєвих значень досягає інтенсивність деформацій в місці прикладення зусилля; розподіл інтенсивності деформацій по перерізу стержня в стаціонарній ділянці має нерівномірність.

Висновки

Механіка процесу редукування суцільних коротких заготовок в процесах редукування визначається умовами тертя на контактних поверхнях, відносними натягами та величиною коефіцієнта нерівномірності інтенсивності деформацій.

Мінімізація величини коефіцієнта тертя сприяє більш рівномірному деформуванню заготовки по довжині та зменшення величини ділянки не стаціонарності

При відносному натягові $\bar{a} < 0,02$ спостерігається переважно поверхневе зміцнення матеріалу заготовки.

При відносному натягові $0,02 \leq \bar{a} \leq 0,1..0,11$ - матеріал заготовки зміцнюється по всьому перерізі ($\bar{a} \leq 0,1$ для $\gamma = 3..5^\circ$; $\bar{a} \leq 0,11$ для $\gamma = 7..15^\circ$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Грушко О. В. Карта важкого сплаву системи вольфрам-нікель-залізо для процесів холодної обробки тиском / О. В. Грушко, О. В. Гуцалюк // Тези доповідей – 2015 : міжн. наук.-техн. конф. : тези доп. – Київ : НТТУ «КПІ», 2015. – Механіко-Машинобудівний Інститут – С. 80–82.
2. Зайдес С.А., Исаев А.Н. Технологическая механика осесимметрического деформирования. Монография. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ 2007, - 432с.
3. Режим доступа : <http://www.ls-dyna.com/>.

Гуцалюк Олександр володимирович – аспірант кафедри ОМПМ, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: oleksandrompm@mail.ua.

Науковий керівник **Грушко Олександр Володимирович** – д.т.н., проф., професор кафедри опору матеріалів та прикладної механіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: grushko_alex@mail.ru.

Gutsalyuk Alexander Vladimirovich – postgraduate of chair of OMPM, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: oleksandrompm@mail.ua.

Supervisor is **Grushko Alexander Vladimirovich** - Dr. Sc., Professor of materials resistance and applied mechanics, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: grushko_alex@mail.ru.