

В.О. МЕТЕЛЬОВ, Д.В. БРЕСЛАВСЬКИЙ, д.т. н., проф.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ТОНКОСТІННИХ КОНСТРУКЦІЙ

В даній роботі застосовувався комп'ютерний комплекс заснований на методі скінченних елементів (МСЕ) ANSYS\ LS-DYNA [1]. При протязі заготівки через нерухомі недеформовані вальці з постійною швидкістю розрахунок напружено-деформованого стану проводився з урахуванням виникнення контактних напружень, а також пластичного деформування по ідеально-пластичній діаграмі з лінійним зміцненням.

Метою роботи є вивчення процесу розвитку напружено-деформованого стану за часом з урахуванням місцевого контакту між заготівкою і вальцями, а також між заготівкою і верхньою площиною прямокутного паралелепіпеда.

При моделюванні задачі в ANSYS\ LS-DYNA використовувався модифікований лагранжевий підхід, заснований на рівняннях законів збереження маси, кількості руху і енергій [1]. Просторова дискретизація рівняння збереження кількості руху, з використанням МСЕ, припускає перехід до рішення рівняння:

$$\ddot{d} = M^{-1} \{ F_i + F_e \}, \quad (1)$$

де \ddot{d} – вектор вузлових прискорень; M^{-1} – обернена матриця мас; F_i, F_e – вектори внутрішніх і зовнішніх сил.

Використання центральної диференціальної схеми інтегрування за часом другого порядку точності дозволяє визначити значення прискорень, швидкостей і переміщень. Швидкість деформації визначається виразом:

$$\Delta \varepsilon = D \Delta t, \quad (2)$$

де D – тензор швидкості деформації; $\Delta \varepsilon, \Delta t$ – інкремент деформації та часу.

Для урахування обертання середовища як абсолютно жорсткого тіла при обчисленні тензора напружень Коши використовується коротаційна похідна Яуманна:

$$\dot{\sigma} = L : D + \sigma W - W \sigma, \quad (3)$$

де σ - тензор напружень Коши; $\dot{\sigma}$ - швидкість тензора напружень Коши; W - тензор-спін; L - тензор градієнту швидкостей; «:» - подвійний скалярний добуток.

Для побудови скінченно-елементної (СЕ) моделі, подібної реальній моделі, у даній роботі розглядалась тестова задача згину шарнірно опертої пластини під дією розподіленого навантаження постійної інтенсивності, у якій використовувались СЕ оболонкового і трьохвимірного типу.

Розрахунок пружно-деформованого стану задачі протягу заготовки через недеформовані вальці проводився з урахуванням пластичного деформування заготовки. Слід зазначити, що найбільші за величиною напруження і деформації виникають у тому перерізі заготовки, який знаходиться між вальцями. Результати розрахунків наведено на наступних рисунках.

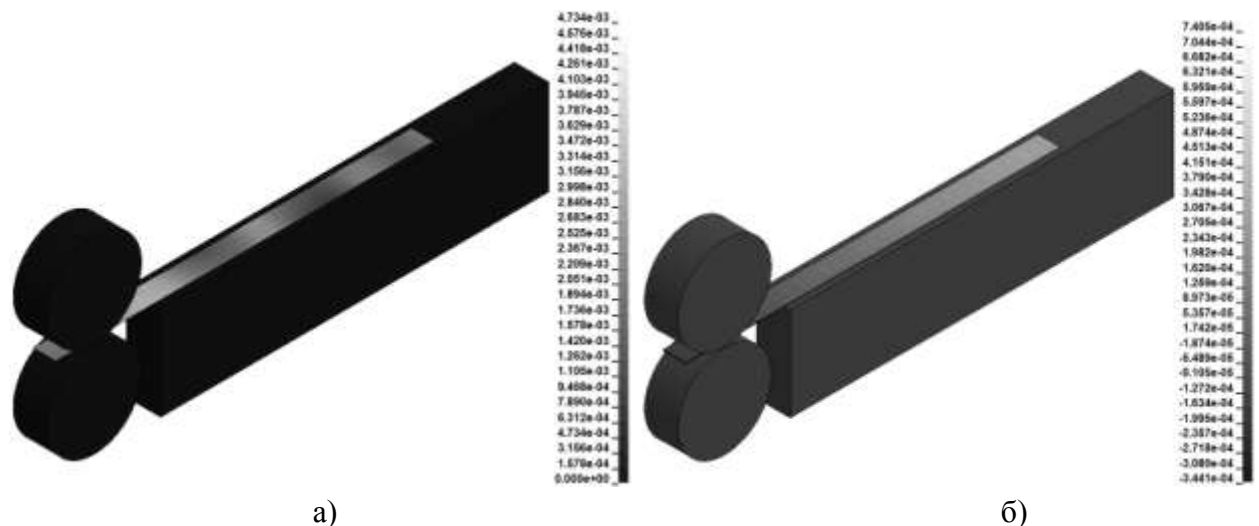


Рис. 1 – Прогини d у напрямку z заготовки, з використанням СЕ оболонкового (а) та тривимірного (б) типу відповідно.

У задачі протягу заготовки варіювався зазор між вальцями і встановлена величина зазору, при якому виникають пружно-пластичні деформації. Подальше зменшення зазору призводить до руйнування заготовки.

Список літератури: 1. А. Ю. Муйземнек А. А. Богач "Математическое моделирование процессов удара и взрыва в программе LS-DYNA".- Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ, 2005. – 106 с.