

УДК 621.7

Ярмоленко О.С. студ., Калюжний В.Л. д.т.н., проф.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ, Україна

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН МЕТАЛУ ПРИ ГАРЯЧОМУ ШТАМПУВАННІ ПОРОЖНИСТИХ ВІСЕСИМЕТРИЧНИХ ВИРОБІВ ІЗ ЛАТУНІ

Методом скінчених елементів створена математична модель та проведений аналіз гарячого штампування вісесиметричного порожнистого виробу із латуні DIN-CuZn28. Встановлена залежність зусилля деформування на пуансоні від його переміщення. Виявлений напружений стан здеформованої заготовки при максимальній величині зусилля штампування, кінцевий деформований стан. Наведений розподіл питомих зусиль на пуансоні, матриці та виштовхувачі при вказаній величині штампування. Показані розподіли компонент деформацій по об'єму виробу.

Ключові слова: гаряче штампування, метод скінчених елементів, порожнистий виріб, зусилля видавлювання, напруження, деформації.

Використання метода скінчених елементів для аналізу гарячого формоутворення виробів процесами обробки металів тиском дозволяє встановити параметри штампування та скоротити час на проектування технології та розробку штампового оснащення без доопрацювання їх експериментальними роботами [1,2].

Метою роботи є встановлення за допомогою метода скінчених елементів напружено-деформованого стану здеформованого металу при гарячому штампуванні вісесиметричного порожнистого виробу із виступом на донній частині.

Розрахунок параметрів проводили шляхом моделювання з використанням програми DEFORM. Для видавлювання використали циліндричну заготовку із латуні DIN-Cu-Zn28 діаметром

$D_0=240$ мм і висотою $H_0=40$ мм з коефіцієнта тертя $\mu=0,2$ та швидкості деформування

$V_0=30$ мм/сек. Температура вихідної заготовки 870 °C. Температурний інтервал гарячого видавлювання складає $820-870$ °C.

На рис. 1 приведено в розрізі розрахункові положення деформуючого інструменту і заготовки на початку та в кінці штампування. Розташування інструменту на початку штампування наведено на рис.1а. Вихідна заготовка 1 розміщена в матриці 2 на виштовхувачі 3. Зусилля деформування до заготовки прикладається за допомогою пуансона 4. На рис.1б зображено положення інструменту в кінці видавлювання з отриманням виробу 5.

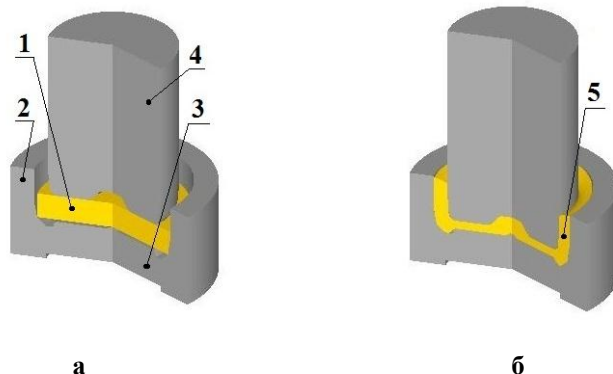


Рис. 1 - Розрахункові положення деформуючого інструменту: а – положення на початку штампування, б – положення в кінці штампування

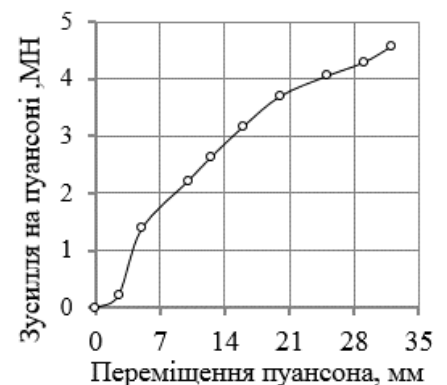


Рис. 2 - Залежність зусилля штампування від переміщення пуансона

На рис. 2 приведена залежність зусилля штампування на пуансоні від його переміщення. Зусилля на пуансоні постійно зростає і в кінці процесу штампування досягає 4,6 МН.

Розподіли компонент напружень при максимальній величині зусилля штампування зображений на рис. 3. Практичне значення має розподіл нормальних напружень σ_n на поверхнях zdeформованої заготовки, які контактують з деформуючим інструментом. Напруження σ_n необхідні для проектування штапового оснащення.

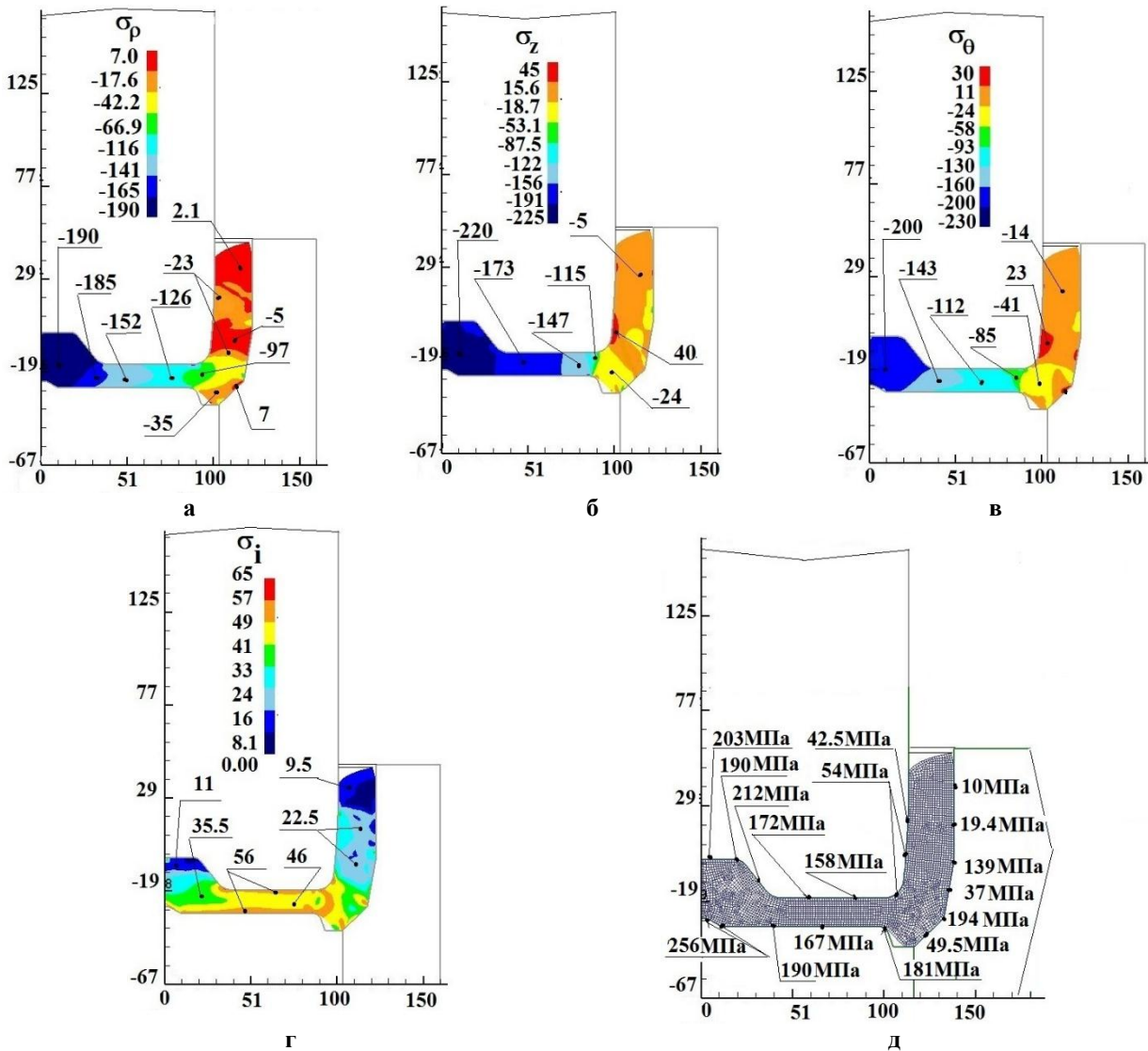


Рис. 3 - Розподіли напружень у zdeформованій заготовці при максимальному зусиллі штампування: а – розподіл радіальних напружень σ_r , б – розподіл осевих напружень σ_z , в - розподіл тангенціальних напружень σ_θ , г - розподіл інтенсивності напружень σ_i , д - розподіл нормальних напружень σ_n

На рис. 4 показані розподіли компонент деформацій по об'єму виробу. Розподіл радіальних деформацій ϵ_r приведений на рис. 4а. У донній частині виробу виникають розтягувальні деформації в межах $\epsilon_r = 0,3 \div 0,7$. У більшій частині стінки виробу стискаючі деформації досяга-

ють значень $\varepsilon_r = -0,7 \div -1,7$. Середня величина осьових стискаючих деформацій у донній частині виробу складає $\varepsilon_z = -1,3$, а в стінці виникають розтягувальні деформації у межах $\varepsilon_z = 0,55 \div 1,5$

(рис. 4б). У більшій частині виробу виникають розтягувальні тангенціальні деформації ε_θ (рис. 4в). Тільки у виступі донньої частини зі сторони порожнини ці деформації являються стискаючими. Пропрацювання структури металу пластичною деформацією можна оцінити по розподілу

інтенсивності деформацій ε_i , розподіл яких наведений на рис. 4г. Достатньо добре пропрацювання має донна частина виробу з досягненням величини інтенсивності деформацій в межах

$\varepsilon_i = 0,8 \div 1,2$. У стінці виробу отримано $\varepsilon_i = 0,5 \div 1,7$.

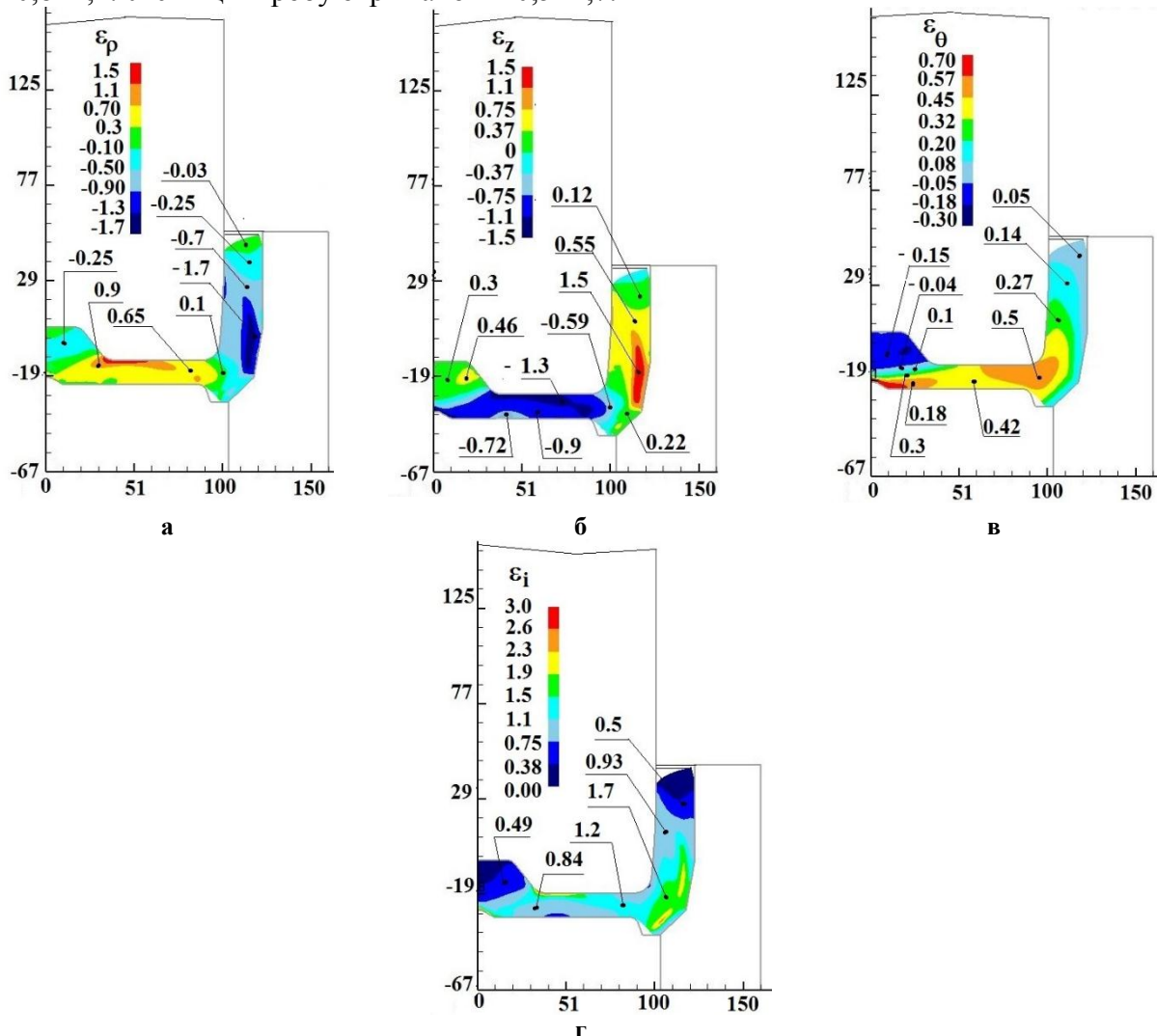


Рис. 4 - Розподіли деформацій по об'єму виробу: а – розподіл радіальних деформацій ε_r , б – розподіл осьових деформацій ε_z , в - розподіл тангенціальних деформацій ε_θ , г - розподіл інтенсивності деформацій ε_i

Висновки.

В роботі визначені силовий режим та напружено-деформований стан металу при гарячому штампуванні вісесиметричного порожнистого виробу. Приведені розподіли компонент напружень при максимальному зусиллі штампування та кінцевих деформацій по об'єму виробу.

Список літератури.

1. Калюжный В.Л. Конечно-элементное моделирование многопереходного процесса деформирования заготовок при производстве железнодорожных колес / В.Л. Калюжный, А.С. Снитко // Вісник НТУУ „КПІ” ім. Ігоря Сікорського, серія Машинобудування, 2011. -№ 62. - С. 106-112.
2. Калюжный В.Л. Горячая штамповка полых изделий из высокопрочного алюминиевого сплава с заданной проработкой структуры металла пластической деформацией / В.Л. Калюжный, В.Н. Горностай, А.А. Гулюк // Обработка материалов давлением. Сборник научных трудов. – Краматорск: ДГМА, 2017. - № 1(44). – С. 137-143.