

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ХОЛОДНОГО КОМБІНОВАНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ ПОРОЖНИСТОЇ ЗАГОТОВКИ

Сучасне виробництво потребує високопродуктивних та маловитратних технологій, які дозволяють отримати високоточні вироби та напівфабрикати з підвищеними експлуатаційними властивостями. Вказані задачі можна вирішити використовуючи високоефективні процеси холодного об'ємного штампування.

Метою роботи є проведення теоретичного дослідження процесу та розробка технології отримання холодним видавлюванням порожнистої заготовки для виробу спеціального призначення.

На рис. 1 показано ескіз заготовки, що видавлюється. Вказана заготовка отримується комбінованим видавлюванням: пряме видавлювання по конусу та зворотне видавлюванням ступінчастої порожнини. Сема процесу видавлювання зображено на рис. 2. Ліворуч від осі показано положення штапу у вихідному стані, а праворуч – після видавлювання. Заготовка 2 встановлюється в контейнер 1, у якому в донній частині контейнера встановлений виштовхувач 4. Заготовка 2 позиціонується фаскою по діаметру контейнера. Видавлювання заготовки виконується ступінчастим пуансоном 4. Вихідні розміри заготовки визначали з умови постійності об'ємів та допустимого ступеню деформації. Дана заготовка виготовляється із сталі 10 з наступними властивостями: модуль Юнга $2,1 \cdot 10^5$ МПа, коефіцієнт Пуассона 0,3, умовна межа течії $\sigma_{0,2} = 260$ МПа.

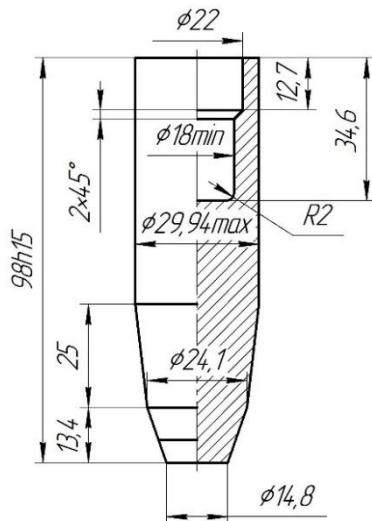


Рис. 1 Ескіз заготовки, що видавлюється

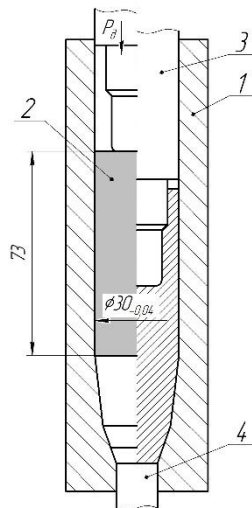


Рис. 2 Схема процесу видавлювання

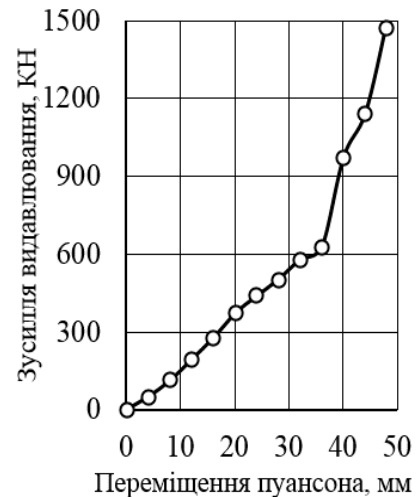


Рис. 3. Залежність зусилля від переміщення пуансона

Чисельним моделюванням, за допомогою методу скінчених елементів (МСЕ) в програмному комплексі DEFORM-3D проведено теоретичний аналіз процесу холодного видавлювання заготовки діаметром 30 мм. Моделювання виконували в пружно-пластичній постановці з врахуванням розвантаження. Теоретичний аналіз МСЕ дозволяє встановити напружено-деформований стан в об'ємі заготовки, кінцеві розміри виробу з урахуванням пружної деформації, а також отримати розподіл нормальних напружень на контактуючих поверхнях заготовки з інструментом, що дозволяє розраховувати інструмент на міцність та зусилля видавлювання. Залежність зусилля від

переміщення пуансона показано на рис. 3. Максимальне значення зусилля склало 1003кН в кінці робочого ходу.

Розподіл нормальних напружень на деформуючому інструменті зображено на рис. 4. Результати виводили в момент дії максимального зусилля.

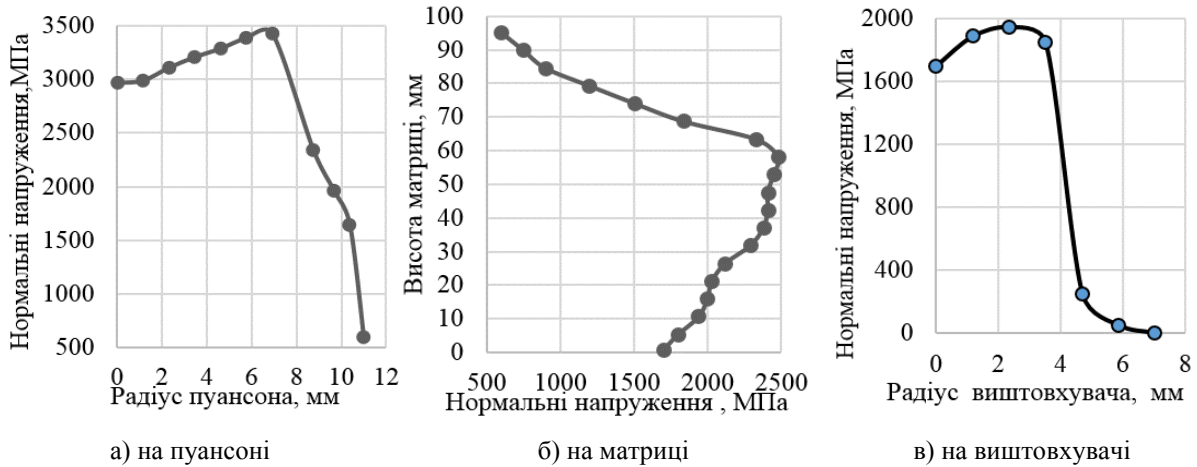


Рис. 4 Розподіл нормальних напружень на деформуючому інструменті

По результатам чисельного експерименту було визначено кінцеву геометричну форму заготовки, напружено-деформований стан та ступінь використання ресурсу пластичності ψ здеформованого металу (рис. 5), який дає можливість прогнозувати отримання порожнини без руйнування.

На рис.5 наведено розподіл інтенсивності деформації По розподілу (рис.6) ϵ_i можна оцінити пропрацювання структури металу холодною пластичною деформацією. Розподіл інтенсивності напружень σ_i в об'ємі здеформованого металу з урахуванням розвантаження, який дає можливість оцінити зміцнення матеріалу за рахунок холодної деформації наведено на рис. 7.

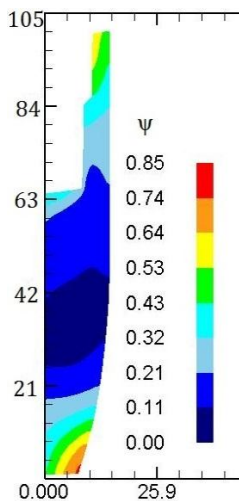


Рис. 5 Розподіл використання ресурсу пластичності

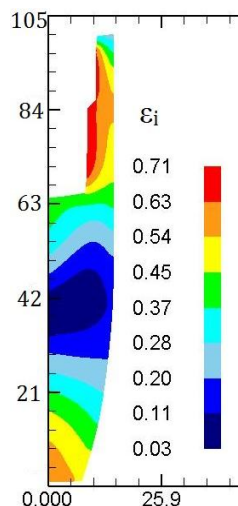


Рис. 6 Розподіл інтенсивності деформації

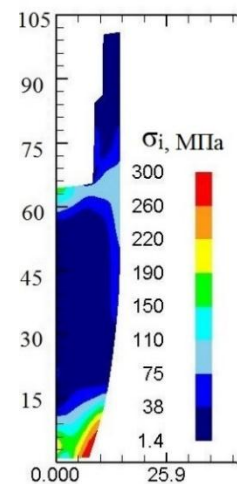


Рис. 7 Розподіл інтенсивності напружень

ВИСНОВОК

Проведено розрахунковий аналіз процесу холодного видавлювання конічних порожнистих заготовок. Шляхом чисельного експерименту виявлено вплив основних конструктивних та технологічних факторів на напружено-деформований стан, зусилля деформування, розподіл питомих зусиль на деформуючому інструменті, кінцеву геометрію, зміцнення здеформованого металу та ступінь використання ресурсу пластичності.