

Козерацький М. С., інженер, Шкарлута Д. Б., інженер, Піманов В.В., асист.

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

## ХОЛОДНЕ ВИДАВЛЮВАННЯ ТРУБЧАТИХ ЗАГОТОВОК НА ОПРАВЦІ В УМОВАХ ДІЇ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ПРОТИТИСКУ

Метою роботи є дослідження методом скінченних елементів (МСЕ) впливу швидкості деформування в процесі гідропресування прецизійних трубчатих заготовок на оправці в умовах дії диференційованого протитиску.

Схема процесу холодного видавлювання трубчатої заготовки на оправці в умовах дії диференційованого протитиску показана на рис. 1. Бандажований контейнер 1 має дві порожнини різного діаметру і встановлюється порожниною більшого діаметру на нерухомому плунжері 2 з ущільненням 4. Трубочата заготовка 5 позиціонується фаскою на кінчній кромці матриці в бандажованому контейнері 1. Далі заливається робоча рідина та встановлюється плунжер з оправкою 3. Верхня кінцева частина забезпечує ущільнення для запобігання протікання рідини. До штоку прикладається зусилля  $P_D$ .

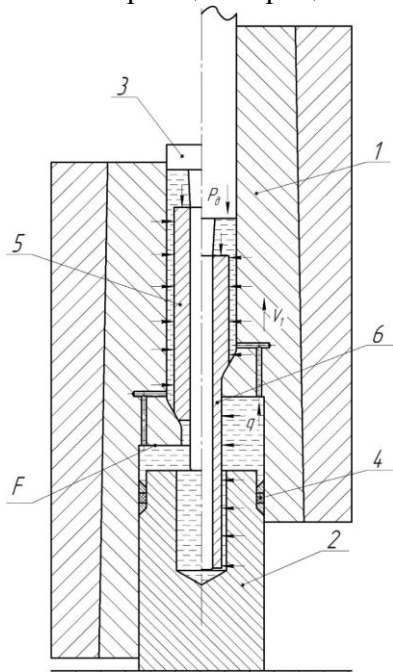


Рис. 1 Схема процесу холодного видавлювання трубчатої заготовки на оправці в умовах дії диференційованого протитиску.

Під час переміщення плунжера робоча рідина в контейнері 1 стискується, створюючи гідростатичний тиск на вільну поверхню заготовки. Заготовка, з оправкою, видавлюється через кінцеву матрицю в нижню порожнину контейнера більшого діаметру. При видавлюванні рідина перетікає через канали в нижню порожнину контейнера, де також діє тиск рідини, який діє на площу  $F$  та забезпечує рух контейнера 1 на зустріч плунжеру 3, за рахунок різниці площ між верхньою та нижньою порожнинами. Під час видавлювання на вільну поверхню заготовки 3 діє протитиск рідини  $q$ , який змінюється пропорційно зусиллю деформування  $P_D$ .

Аналіз процесу виконували з використанням програмного комплексу DEFORM<sup>TM</sup>. Комп'ютерне моделювання дозволило визначити напружено-деформований стан виготовленої деталі, необхідний гідростатичний тиск, що забезпечує потрібний ступінь деформації в холодному стані сталі 30ХН2МФА, також встановити кінцеву геометрію виробу, розподіл питомих

зусиль на інструменті та силові режими холодного видавлювання для встановлення технічних параметрів штампового оснащення.

Формозміні підлягали трубчаті заготовки в холодному стані із сталі 30ХН2МФА. Коефіцієнт тертя на контактуючих поверхнях задавали  $\mu=0,08$ . Видавлювання виконували при різних швидкостях:  $V_0=0,1$  мм/с, 1 мм/с та 2 мм/с. Максимальна величина протитиску при формоутворенні складала 725 МПа.

За результатами чисельного експерименту було визначено параметри холодного видавлювання трубчатої заготовки на оправці в умовах дії диференційованого протитиску на вільну поверхню заготовки, кінцеві розміри та форма виробу після деформування,

напружено-деформований стан та ресурс використання пластичності металу після деформації.

Залежність зусилля видавлювання від переміщення пуансона при різних швидкостях руху пуансона  $V_0$  наведено на рис. 2. Зі зниженням величини швидкості руху пуансона максимальне значення зусилля деформування  $P_D$  в кінці процесу зменшуються.

На рис. 3 наведений розподіл нормальних напружень на конічній поверхні матриці при максимальному значенні зусилля видавлювання. Як видно з розподілу, зі зменшенням величини швидкості руху пуансона  $V_0$  максимальне значення нормальних напружень на конічній поверхні матриці спадає.

На рис. 4 показаний розподіл інтенсивності деформацій  $\varepsilon_i$ , в умовах дії протитиску на вільну поверхню заготовки, при різних швидкостях гідропресування. Зі збільшенням швидкості  $V_0$  величина  $\varepsilon_i$  зростає, при цьому зі збільшенням  $V_0$  відбувається осаджування заготовки біля входу матриці, що й обумовлює збільшення інтенсивності деформацій  $\varepsilon_i$ .

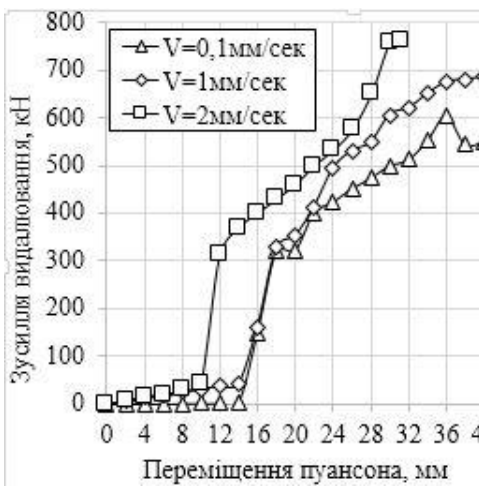


Рис. 2 Залежність зусилля видавлювання від переміщення пуансона.

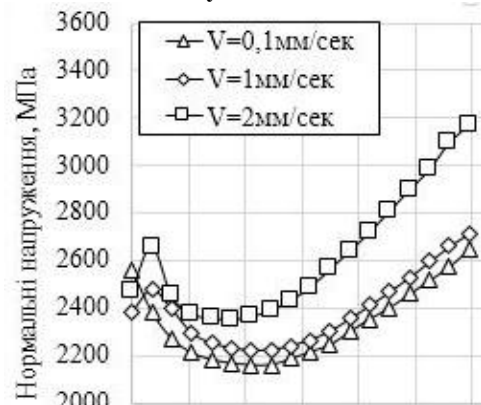


Рис. 3 Розподіл нормальних напружень на конічній поверхні матриці.

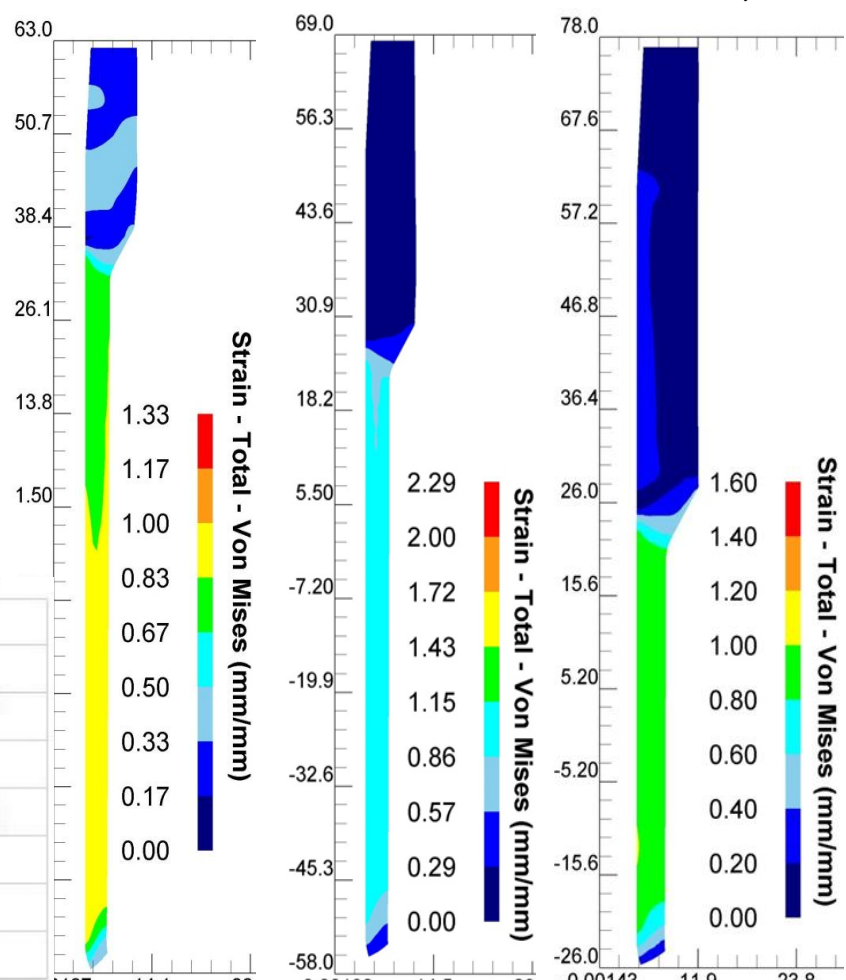


Рис. 4 Розподіл інтенсивності деформацій, в умовах дії протитиску на вільну поверхню заготовки, при різних швидкостях гідропресування: а – 0,1 мм/сек; б – 1 мм/сек; в – 2 мм/сек.

### ВИСНОВОК

Розрахунковим шляхом за допомогою МСЕ встановлені енергосилові режими процесу гідропресування трубчатих заготовок на оправці в умовах дії диференційованого протитиску. Визначено розподіл нормальних напружень деформуючому інструменті, а також напружено-деформований стан та ресурс використання пластичності в об'ємі здеформованої заготовки.