

ВАРІАНТИ ХОЛОДНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ ПОРОЖНИСТИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ВИТЯГУВАННЯ З ПОТОНШЕННЯМ

1 – Кременчуцький національний технічний університет імені Михайла Остроградського

2 – КПІ ім. Ігоря Сікорського

Анотація. З використанням скінченно-елементної програми *Deform2D* і пружно-пластичної моделі металу проведено моделювання трьох варіантів холодного видавлювання порожнистих напівфабрикатів для подальшого витягування з потоншенням. Розглянуто схеми зворотного видавлювання, прямого видавлювання з роздачою та зворотного видавлювання з роздачою в рухомій матриці. Встановлено зусилля видавлювання і вилучення пуансонів із напівфабрикатів. Визначено напружений і деформований стани металу та форму і розміри напівфабрикатів.

Ключові слова: холодне видавлювання, порожнистий напівфабрикат, метод скінченних елементів, зусилля, напруження, деформації.

Холодне видавлювання порожнистих напівфабрикатів використовують як перший перехід при штампуванні гільз і корпусів снарядів певного калібру. При масовому виробництві таких виробів актуальним є питання стійкості деформуючого інструменту, яку можна збільшити завдяки зменшенню зусилля видавлювання. Для отримання порожнистих виробів і напівфабрикатів в основному використовують три схеми формоутворення, що показано на рис. 1 [1]. Тут ліворуч від вісі симетрії зображено положення інструменту і заготовки на початку видавлювання, а праворуч – в кінці видавлювання. Найбільш широко використовується схема зворотного видавлювання (рис. 1а). Тут зображено: 1 – заготовка, 2 – матриця, 3 – виштовхувач, 4 пуансон, 5 – напівфабрикат. На рис. 1б представлено схему прямого видавлювання з роздачою, при якій отриманий напівфабрикат має більший діаметр в порівнянні із заготовкою (1 – заготовка, 2 – матриця, 3 – пуансон, штовхач). Схему зворотного видавлювання з роздачою в рухомій матриці приведено на рис. 1в (1 заготовка, 2 – матриця, 3 – пуансон, 4 – виштовхувач). Для реалізації цієї схеми потрібно забезпечити переміщення матриці з однаковою швидкістю із пуансоном. При видавлюванні по 3 схемах використовували пуансони та отримували напівфабрикати з однаковими розмірами. Розміри заготовок і інструменту: $H=72$ мм, $D=40$ мм для схеми 1а (див. рис. 1) і $H=100$ мм, $D=34$ мм для схем 1б і 1в; $D_1=40$ мм, $D_2=34$ мм, $h=15$ мм, $d=30$ мм, $\alpha=7^\circ$, $\beta=7^\circ$, $r=l=2$ мм, $z=0,15$ мм $\gamma=12^\circ$. Розміри напівфабрикатів: $D_1=40$ мм, $D_2=34$ мм,

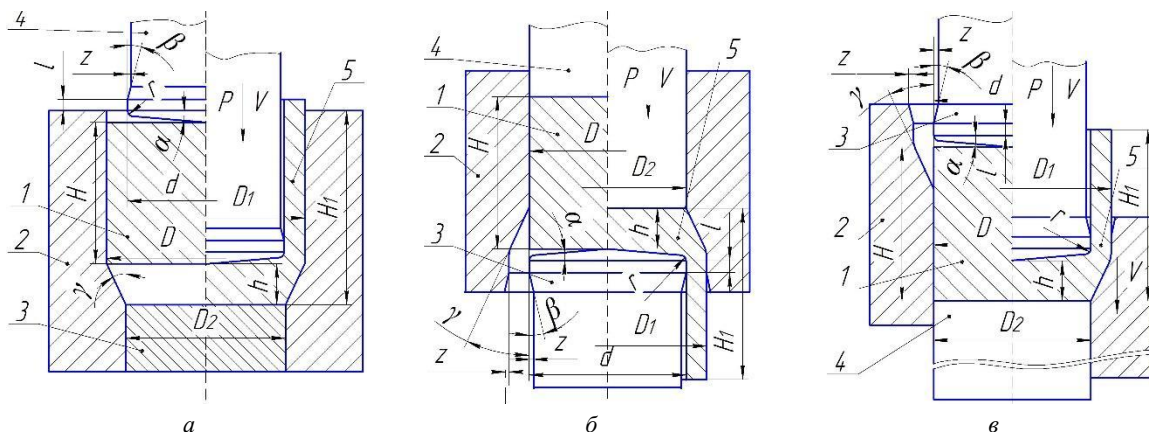


Рис. 1. Схеми видавлювання порожнистих напівфабрикатів: а – схема зворотного видавлювання, б – схема прямого видавлювання з роздачою, в – схема зворотного видавлювання з роздачою

Моделювання вісесиметричного видавлювання проведено в скінченно-елементній програмі Deform 2D з використанням пружно-пластичної моделі металу для можливості визначення зусиль виймання пуансонів із деформованих заготовок та виштовхування напівфабрикатів із матриць. Швидкість деформування складала $V=2$ мм/сек, а тертя враховано по Кулону з коефіцієнтом тертя $\mu=0,08$.

На рис. 2 представлено з програми Deform 2D в розрізі розрахункові положення заготовки і інструменту на початку і в кінці видавлювання для розглянутих схем.

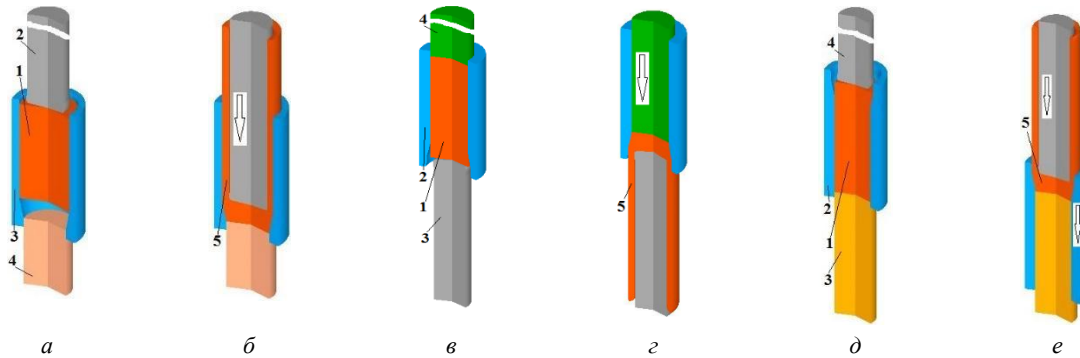


Рис. 2. Розрахункові положення деформуючого інструменту і заготовки при видавлюванні: а і б – зворотному, в і г – при прямому з роздачою, а і б – при зворотному з роздачою,

Моделюванням встановлено зусилля видавлювання і вилучення пуансонів із деформованих заготовок, питомі зусилля на пуансонах і матрицях, форму і розміри напівфабрикатів та розподіли напружень, деформацій і температури у металі напівфабрикатів. Проведено експериментальні дослідження зворотного видавлювання підтвердили результати моделювання.

Рациональною схемою для видавлювання порожнистих напівфабрикатів є зворотне видавлювання в рухомій матриці, яке потребує меншого зусилля деформування і діаметра заготовки в порівнянні зі зворотним видавлюванням та забезпечує без труднощів виштовхування напівфабрикату із матриці в порівнянні з прямим видавлюванням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Калюжний В.Л., Калюжний О.В. Холодне об'ємне штампування порожнистих і стержневих виробів. Монографія. Київ: КИТ. 2020. 240 с.

Калюжний Олександр Володимирович, к.т.н., доц., докторант, Національний технічний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, av-k@ukr.net

Калюжний Володимир Леонідович, д.т.н., проф., професор, Національний технічний університет України «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського, м. Київ, kwl_2011k@ukr.net

Холявік Ольга Віталіївна, к.т.н., доц., доцент, Національний технічний університет України «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського, м. Київ, k_omd@ukr.net

OPTIONS FOR COLD EXTRUSION OF HOLLOW SEMI-FINISHED PRODUCTS FOR FURTHER DRAWING WITH THINNING

Abstract. Three variants of cold extrusion of hollow semi-finished products for subsequent drawing with thinning were modeled using the finite element program Deform2D and an elastic-plastic metal model. The schemes of reverse extrusion, direct extrusion with dispensing, and reverse extrusion with dispensing in a moving die are considered. The forces of extrusion and removal of punches from semi-finished products are determined. The stressed and deformed states of the metal, as well as the shape and dimensions of the semi-finished products, were determined.

Keywords: cold extrusion, hollow semi-finished product, finite element method, forces, stresses, deformations.

Kaliuzhnyi Oleksandr Volodymyrovych, PhD, Associate Professor, Doctoral Student, Mykhailo Ostrohradskyi National Technical University, Kременchuk, av-k@ukr.net

Kaliuzhnyi Volodymyr Leonidovych, Full Professor, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, kwl_2011k@ukr.net

Holiavik Olha Vitaliivna, PhD in Engineering, Associate Professor, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic University”, Kyiv, [k_omd @ukr.net](mailto:k_omd@ukr.net)