

УДК 621.7

П.Ю. Грандасір, В.Л. Калюжний

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

ВПЛИВ ТЕРТЯ ПРИ ГАРЯЧОМУ ЗВОРОТНОМУ ВИДАВЛЮВАННІ ПОРОЖНИСТИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ ЗАГОТОВОК КРУГЛОГО І КВАДРАТНОГО ПЕРЕРІЗУ

Гаряче зворотне видавлювання — це процес, який використовується для виготовлення порожнистих виробів з металу.

Суть гарячого зворотного видавлювання: під час гарячого зворотного видавлювання металева заготовка просувається через матрицю, що має внутрішню порожнину. Цей процес дозволяє створювати вироби зі складною формою, такі як гільзи або снаряди артилерійського озброєння.

Заготовки круглої та квадратної форми: Для виробництва порожнистих виробів можна використовувати заготовки як круглої, так і квадратної форми. Застосування квадратних заготовок може знизити витрати металу, а також сприяти зменшенню енергозатрат.

Моделювання та дослідження: Для оптимізації процесу гарячого зворотного видавлювання проводяться теоретичні дослідження, включаючи моделювання силових режимів, напружено-деформованого стану металу та температурного розподілу. Метод скінченних елементів (МСЕ) дозволяє визначити параметри видавлювання та порівняти результати.

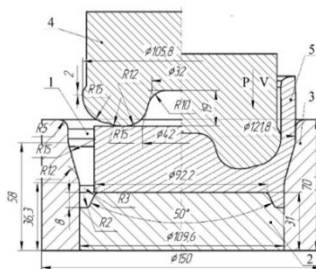


Рис. 1. Схема зворотного видавлювання: 1 – заготовка, 2 – плита, 3 – матриця, 4 – пуансон, 5 – напівфабрикат

Рисунок 1 ілюструє процес гарячого зворотного видавлювання з позначенням розмірів деформуючого інструменту. Ліворуч від осі симетрії показано розташування інструменту та заготовки на початку видавлювання, праворуч - їх кінцеве положення. Вихідна заготовка 1 центрується в циліндричній частині матриці 3 і спирається на плиту 2, яка виконує функцію виштовхувача. Під дією зусилля P пуансон 4 опускається зі швидкістю V , деформуючи заготовку та формуючи напівфабрикат 5. Розміри порожнини напівфабрикату 5 відповідають розмірам пуансону 4, а зовнішні розміри та розміри донця визначаються розмірами матриці 3 і плити 2. Після вилучення пуансону 4 деформована заготовка 5 виштовхується з матриці 3 за допомогою плити 2.

Рис. 2 ілюструє розрахункові схеми деформування напівфабрикатів з четвертих частин заготовок круглого та квадратного перерізів, які мають однаковий об'єм. На рис. 2а зображено схему деформуючого інструменту в розрізі по площині зох на початку видавлювання. Заготовка 1 розміщена в матриці 2 на плиті 3. Деформування заготовки виконується пуансоном 4, в результаті чого утворюється напівфабрикат 5 з виступами на донній частині зі сторони порожнини та на нижньому торці (рис. 2б). На (рис. 2в) показано заготовку квадратного перерізу 1 на початку видавлювання. Вона має більшу висоту та центрується по діагоналях. При деформуванні пуансоном 4 отримується напівфабрикат 5 (рис. 2г).

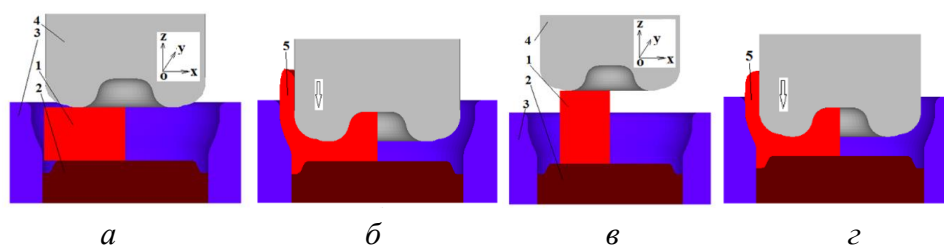


Рис. 2. Розрахункові схеми на початку і в кінці видавлювання: а і б - заготовки круглого перерізу; в і г - заготовки квадратного перерізу

Рис. 3 демонструє форми та зовнішні розміри розрізів напівфабрикатів, отриманих після видавлювання заготовок різної форми. Видавлювання заготовки круглого перерізу призвело до утворення напівфабрикату з рівномірною товщиною стінки по всьому периметру торця (рис. 3а). На торці стінки спостерігаються внутрішні та зовнішні утяжини. Видавлювання заготовки квадратного перерізу дало напівфабрикат з чотирма виступами на торці стінки, що відповідають кутовим зонам вихідної заготовки (рис. 3б). Також на торці стінки присутня зовнішня утяжина. При цьому в обох випадках заповнення металом порожнин на пуансонах і плитах здійснюється на проміжних стадіях видавлювання. Наявність виступів на торці стінки напівфабрикату приводить до витрат металу і необхідності операції підрізки торцю перед виконанням подальшого переходу витягування з потоншенням для зменшення товщини і збільшення висоти стінки. Усунення виступів можна забезпечити шляхом формуванням чотирьох фасок в кутових зонах заготовки гарячим осаджуванням.

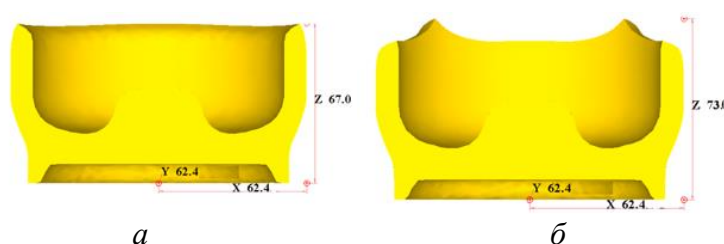


Рис. 3. Форма і зовнішні розміри половин напівфабрикатів в розрізі після видавлювання: а - заготовки круглого перерізу, б - заготовки квадратного перерізу

Висновки

1. Обґрунтовано використання квадратних заготовок при гарячому зворотному видавлюванні порожнистих виробів є обґрунтованим. Це дозволяє знизити витрати металу та забезпечити відповідні механічні властивості у zdeформованому металі.
2. За допомогою МСЕ проведе моделювання гарячого зворотного видавлювання порожнистих виробів із маловуглецевої сталі, використовуючи заготовки круглої і квадратної форми.
3. У донних частинах і стінках порожнистих напівфабрикатів визначено вплив тертя і швидкості деформування на розподіли напружень і деформацій. Встановлено, що використання заготовки квадратного перерізу забезпечує більш інтенсивне пропрацювання структури металу пластичною деформацією по об'єму напівфабрикатів.

Список використаних джерел

1. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. Т3 // ред. совет: Е.И. Семенов (предс.), Ганаго О.А., Живов Л.И. и др. – М.: Машиностроение, 1986, т.2. Горячая объемная штамповка / Под ред. Е.И. Семенова. 1986. – 592 с.
2. Калюжний О.В., Калюжний В.Л., Ситник С.В., Шульга К.М., М.В. Готра. Збільшення пропрацювання пластичною деформацією стінок і донної частини порожнистого напівфабрикату при гарячому зворотному видавлюванні. Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. Луцьк: НТУ. Вип. 76, 2024. С. 72-80. DOI 10.36910/775.24153966.2023.76.11