

УДК 621.983.07

РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕХОДІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ГІЛЬЗИ ДЛЯ ПОСТРІЛУ ПАСИВНИХ ПЕРЕШКОД КАЛІБРОМ 50 ММ

Піманов В.В., Савченко А.В., Шевеленко Ю.О.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Анотація: Запропоновано конструкцію та технологію виготовлення суцільної гільзи для пострілу пасивних перешкод калібром 50 мм зі сталі 15 з листової та пруткової заготовки. Проведено чисельне моделювання переходів формоутворення заготовки у програмному комплексі Deform. Отримано розподіл критерію руйнування K_r в об'ємі напівфабрикатів після переходів формоутворення і графіки залежності зусиль процесів від переміщення інструменту. Результати моделювання показали, що отримання деталі із запропонованої листової заготовки є недоцільним через відсутність необхідного об'єму матеріалу для формування донної частини виробу. Збільшення товщини вихідної листової заготовки призведе до необхідності впровадження як мінімум одного додаткового переходу витягування з потоншенням, що робить технологію недоцільною у порівнянні з технологією отримання виробу об'ємним штампуванням. Запропонована технологія зворотного видавлювання з наступним витягуванням з потоншенням дозволяє отримати необхідний виріб за три технологічних переходи.

Ключові слова: гільза; метод скінчених елементів; чисельне моделювання; постріл пасивних перешкод; витягування; зворотне видавлювання; критерій руйнування.

Без військової піротехніки сьогодні неможливо уявити жодну успішну військову операцію. Без неї сьогодні неможливо і створення більшості сучасних систем озброєння і захисту техніки. На сьогоднішній день існують сучасні вітчизняні системи які застосовують не тільки на сухопутній техніці, але й на кораблях. Одна з таких, була представлена у 2017 році на міжнародній виставці «Зброя та безпека» організацією ПрАТ «Завод «Кузня на Рибальському» під назвою Установа постановки пасивних перешкоду УППП-20 - 50-мм. Дана установка, це автоматична система постановки димових перешкод мультиспектральними димовими снарядами, яка призначена для захисту військових та цивільних транспортних засобів від несподіваних атак. Дана установка споряджається новими боеприпасами калібром 50 мм. Основною проблемою виробництва таких боеприпасів є гільза, конструкція якої є недостатньо технологічною для серійного виготовлення, оскільки складається з двох деталей (донна частина та корпус), що виготовляються механічною обробкою. Як наслідок, низька продуктивність та коефіцієнт використання матеріалу. Тому було запропоновано конструкцію суцільної гільзи (рис. 1), яку можливо виготовити методами пластичного формоутворення.

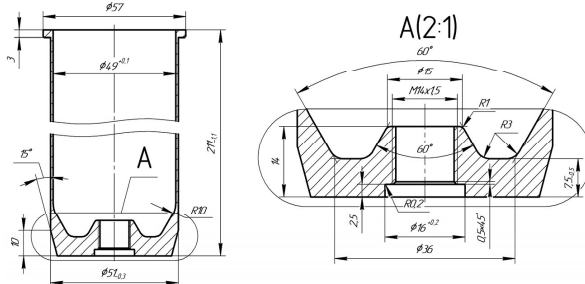


Рис. 1. Гільза піротехнічного пострілу ППД-50К.

Для серійного виготовлення гільз пострілів доцільно використовувати технології холодного листового (ХЛШ) і холодного об'ємного штампування (ХОШ) [1-4]. Виготовлення гільз калібром до 100 мм більш доцільне методами ХОШ, оскільки дозволяє збільшити коефіцієнт використання

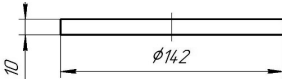


Рис. 2. Листова заготовка для виготовлення деталі.

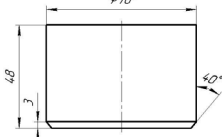


Рис. 3. Пруткова заготовка для виготовлення деталі.

через складну форму донної частини деталі. Вирішити подібні задачі допомагають спеціалізовані програмні комплекси для аналізу процесів обробки металів тиском, такі як Defom-2D3D, QForm 2D3D, Forge 2D3D, що дозволяють шляхом моделювання проводити розробку технології виготовлення деталі, а також на стадії розробки технології вносити зміни без витрат часу, матеріальних і трудових ресурсів на виготовлення дорогого оснащення.

Для розробки технології виготовлення необхідної деталі було проведено чисельне моделювання виготовлення деталі методами листового штампування з товстостінної листової заготовки (рис. 2) і методами холодного об'ємного штампування з циліндричної пруткової заготовки (рис. 3) у програмному комплексі Deform [5]. У якості матеріалу заготовки була обрана сталь DIN-C15 – аналог сталі 15. Модель матеріалу – пластична. Зміцнення матеріалу враховувалось по ступеневій апроксимації діаграми істинних напружень з довідника [6]. Швидкість переміщення пуансона – 5 мм/с. Тертя на контактуючих поверхнях враховувалось коефіцієнтом тертя $\mu = 0,08$.

Результати моделювання формоутворення напівфабрикату з листової заготовки показано на рис. 4. Максимальні значення критерію руйнування K_F досягають 0,94 на першому переході витягування (рис. 4, а) у місці переходу донної частини в циліндричну і 0,9 – на другому переході витягування (рис. 4, б) з зовнішньої

сторони стінки виробу.

Максимальні значення критерію

руйнування K_F при формуванні

донної частини досягають 0,88 у

місці формування бурта. Між

переходами необхідно робити

відпал напівфабрикатів,

оскільки K_F набувають значень,

близьких до критичних.

На рис. 5 показано

залежність зусиль процесів від

переміщення пуансона.

Максимальні значення

досягають 74,2 тс, на першому

переході витягування, 83 тс –

на другому і 130 тс при

Рис. 4. Розподіл критерію руйнування K_F у об'ємі напівфабрикату з листової заготовки після переходів: а – першого витягування, б – другого витягування, в – формування донної частини.

формуванні донної частини.

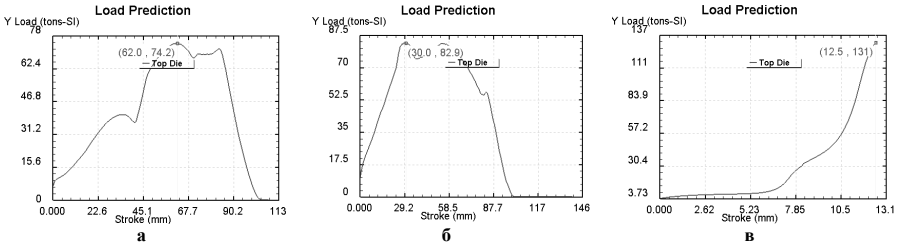


Рис. 5. Залежність зусилля від переміщення пуансона: а – при першому витягування, б – при другому витягування, в – при формуванні донної частини.

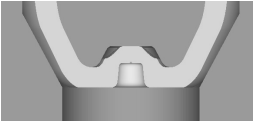


Рис. 6. Формування донної частини заготовки.

Моделювання останнього переходу витягування після формування донної частини не проводилось, оскільки після 2-го переходу при її формуванні не вистачає об'єму металу для отримання необхідної форми та розмірів (рис. 6).

Результати моделювання формоутворення напівфабрикату з пруткової заготовки показано на рис. 7.

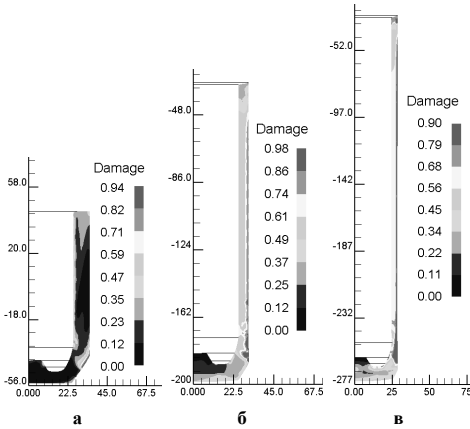


Рис. 7. Розподіл критерію руйнування K_F у об'ємі напівфабрикату з пруткової заготовки після переходів: а – зворотного видавлювання, б – першого витягування, в – другого витягування

Максимальні значення критерію руйнування K_F досягають 0,94 після зворотного видавлювання (рис. 7, а) у місці переходу конусної частини в циліндричну. На першому переході витягування (рис. 7, б) значення критерію руйнування K_F досягають 0,98 з зовнішньої сторони стінки виробу. У місці переходу конусної частини виробу в циліндричну критерій руйнування досягає значень 0,94. На другому переході витягування (рис. 7, в) критерій руйнування K_F досягає значень 0,9 з зовнішньої сторони стінки біля донної частини виробу. Як і в попередньому випадку, між технологічними переходами необхідно проводити відпал заготовок, оскільки для зменшення кількості переходів формоутворення виконували з граничними ступенями деформації. На рис. 8. Показано залежність зусиль процесів від переміщення пуансона.

Максимальні значення досягають 463 тс, при зворотному видавлюванні, 62,6 тс – на першому переході витягування і 42,2 тс – на другому переході витягування.

Як видно з результатів моделювання отримання деталі із запропонованої листової заготовки є недоцільним через відсутність необхідного об'єму матеріалу для формування донної частини виробу. Збільшення товщини вихідної листової заготовки призведе до необхідності впровадження як мінімум додаткового переходу витягування з потоншенням, що робить технологію недоцільною у порівнянні з технологією отримання виробу об'ємним штампуванням. Запропонована технологія зворотного видавлювання з наступним витягуванням з потоншенням дозволяє отримати необхідний виріб за три технологічних переходи.

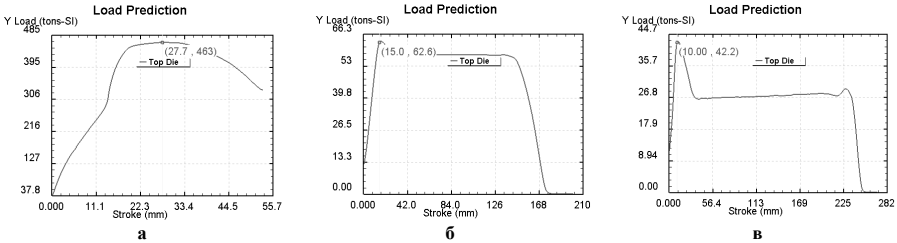


Рис. 8. Залежність зусилля від переміщення пуансона: а – при першому витягуванні, б – при другому витягуванні, в – при формуванні донної частини.

Обидві технології передбачають виконання остаточної механічної обробки заготовки після останнього переходу витягування для отримання фланцевої частини гільзи і отвору під капсуль (див. рис. 1).

Design analysis of manufacturing steps of 50-mm passive interference shell sleeve producing Pimanov V., Savchenko A., Shevelenko Y.

Abstract. Construction and technology of 50-mm passive interference shell sleeve made of steel 15 sheet and bar billet is proposed. Numerical modeling of manufacturing steps of billet forming in software package Deform is conducted. Fracture criterion K_p distribution in semi-finished product volume after forming steps and dependence of forming force from die displacement are obtained. Received results showed that detail producing from suggested sheet billet is inappropriate because of necessary volume absence for bottom part forming. Increasing of initial sheet workpiece thickness leads to necessity of at least one additional drawing with thinning process step implementation, which makes technology inappropriate in comparison with technology of cold forming. Proposed technology of backward extrusion with subsequent drawing with thinning allows to produce a detail in three manufacturing steps.

Keywords: sleeve, finite element method, numerical modeling, passive interference shell, drawing, backward extrusion, criterion of fracture.

Расчетный анализ технологических переходов изготовления гильзы для выстрела пассивных помех калибром 50 мм Пиманов В.В., Савченко А.В., Шевеленко Ю. А.

Аннотация. Предложена конструкция и технология изготовления цельной гильзы для выстрела пассивных помех калибром 50 мм из стали 15 с листовой и прутковой заготовки. Проведено численное моделирование переходов формообразования заготовки в программном комплексе Deform. Получено распределение критерия разрушения K_p в объеме полуфабрикатов после переходов формообразования и графики зависимости усилий процессов от перемещения инструмента. Результаты моделирования показали, что получение детали из предложенной листовой заготовки нецелесообразно из-за отсутствия необходимого объема материала для формирования донной части изделия. Увеличение толщины исходной листовой заготовки приведет к необходимости внедрения как минимум одного дополнительного перехода вытяжки с утонением, что делает технологию нецелесообразной по сравнению с технологией получения изделия объемной штамповкой. Предложенная технология обратного выдавливания с последующим вытягиванием с утонением позволяет получить необходимое изделие за три технологических перехода.

Ключевые слова: гильза, метод конечных элементов, численное моделирование, выстрел пассивных помех, вытяжка, обратное выдавливание, критерий разрушения

Список літератури

1. Сафарянц А.Р. Технология патронно-гильзового производства. Учебное пособие. — М.: ЦНИИ информации, 1975. — 6 с.
2. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/ Под общ. ред. Л.И. Рудмана — М.: Машиностроение, 1988. — 496 с.
3. Ковка и штамповка: Справочник: В 4 т. Т. 3/ Ред. совет: Е. И. Семенов (пред.) и др. — М.: — Машиностроение, 1987 — т.3. Холодная объёмная штамповка/Под ред. Г.А.Навроцкого. 1987.. — 384 с.: ил.
4. Ковка и штамповка: Справочник: В 4 т. Т. 4 Листовая штамповка/Под ред. А. Д. Матвеева; Ред. совет: Е. И. Семенов (пред.) и др. — М.: — Машиностроение, 1985-1987. — 544 с.: ил.
5. Deform-3D – мощная система моделирования технологических процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.thesis.com.ru/software/deform>.
6. Третьяков А.В. Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением / А.В. Третьяков, В.И. Зюзин // 2-е изд.— М.: Металлургия,1973-224.