

УДК 621.771

БОКОВОЕ ВЫДАВЛИВАНИЕ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ С ОТРОСТКАМИ

Алиева Л.И., Алиев И. С., Корденко М. Ю.

Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, Украина

Аннотация: Проведено моделирование процесса бокового выдавливания корпусных деталей с отроостками методом конечных элементов при помощи программного продукта Deform-3D. Цель данного исследования – изучение количества и толщины отроостков, силового и деформационного режима процесса бокового выдавливания деталей с наружными наклонными отроостками, провести сравнительный анализ теоретических и экспериментальных данных. Так же теоретически было исследовано влияние толщины отроостка на силовой режим процесса и на напряженное состояние. Методом конечных элементов получены зависимости усилия деформирования от геометрических параметров получаемой детали. Экспериментально подтверждены теоретические исследования бокового выдавливания детали «хвостовик» с двумя, тремя и четырьмя отроостками в форме наклонных перьев.

Ключевые слова: боковое выдавливание; отроосток; силовой режим; метод конечных элементов; формоизменение

Технологические процессы выдавливания отличаются разнообразием выполняемых вариантов и широкими возможностями в формообразовании сложнопрофилированных деталей. Холодное деформирование значительно повышает производительность труда, по сравнению с обработкой резанием, а также и с горячими процессами обработки металлов давлением, что связано с удобством применения средств механизации и автоматизации [1-3].

Холодное боковое выдавливание позволяет получить штамповкой детали сложных пространственных конфигураций с разными боковыми отроостками или оперением [4, 5].

Целью данной работы является изучение количества и толщины отроостков, силового и деформационного режима процесса бокового выдавливания деталей с наружными наклонными отроостками.

Для моделирования процесса использовался программный комплекс Deform-3D, в основе которого лежит метод конечных элементов [6]. С помощью данной программы был изучен процесс бокового выдавливания детали «хвостовик» с двумя, тремя и четырьмя отроостками в форме наклонных перьев.

Также были определены накопленная степень деформации, сила деформирования на различных стадиях процесса. Проведено теоретическое исследование свинцовых и алюминиевых деталей с диаметром цилиндрической части 28 мм и диаметром хвостового оперения от 35 до 60 мм.

Исходными параметрами для расчета является:

- геометрия инструмента и заготовки, полученные с помощью программы Solid Works;
- скорость и направление движения инструмента ($V = 1...3 \text{ мм/с}$)
- коэффициент трения на границе заготовка-инструмент
- температурный режим ($t = 20^{\circ}\text{C}$);
- характеристики деформируемого материала ($\sigma_s = 115...153 \text{ МПа}$)

Результаты моделирования течения металла при штамповке деталей типа «хвостовик» при различных количествах отроостков представлены на рис. 1-4.

Силовой режим (рис. 3) процесса бокового выдавливания можно условно разделить на три стадии.

Первая стадия - начало штамповки с небольшим возрастанием усилия до определенной величины, затем вторая стадия - выдавливание с практически неизменным усилием (формирование верхней и нижней полости), а также одновременное истечение металла в боковые наклонные полости.

Третья стадия сопровождается резким увеличением усилия, которая наступает при сближении центральных оправок на критическую величину (толщина перемычки меньше половины диаметра оправок)



Рис. 1. - Течение металла на стадиях получения оперения при различном ходе пуансона

Из графиков, приведенных на рис. 2, можно сказать, что максимальное усилие будет при штамповке детали «хвостовик» с толщиной пера 1 мм и составляет 277 кН, что на 3 % больше штамповки детали с толщиной пера в 2мм и на 6 % больше с 3 мм.

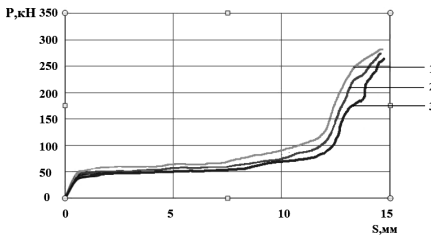


Рис. 2. - Графики зависимости усилия от хода пуансона при различной толщине пера: 1 - S=1мм, 2 - S=2мм, 3 - S=3мм

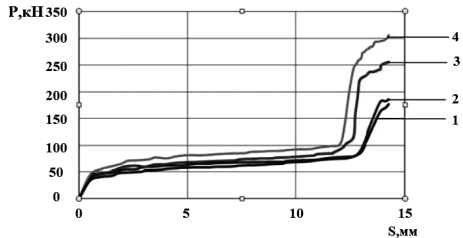


Рис. 3. - Графики зависимости усилия деформирования от хода инструмента при различной толщине отрезка: 1 - 6 перьев, 2 - 4 пера, 3 - 3 пера, 4 - 2 пера

Так же теоретически было исследовано влияние толщины отрезка на силовой режим процесса и на напряженное состояние. Был исследован процесс бокового выдавливания деталей с различной толщиной пера ($S = 3 \text{ мм}$, $S = 2 \text{ мм}$, $S = 1 \text{ мм}$).

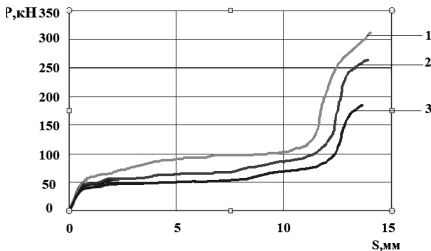


Рис. 4. - Графики зависимости усилия деформирования от хода инструмента при различной толщине отрезка: 1 - S = 1 мм, 2 - S = 2 мм, 3 - S = 3 мм

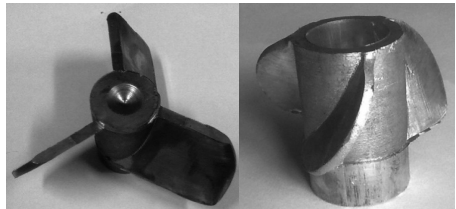


Рис. 5. - Детали типа «хвостовик» с отрезками

Целью экспериментальных исследований является качественный и количественный анализ деформированного состояния, проверка расчетных данных, полученных в

результате теоретического анализа. Оценка особенностей формоизменения позволяют получить важные сведения, необходимые для прогнозирования качества штамповок, оценки деформируемости и степени использования запаса пластичности материала, а также для расчетов энергосилового режима процессов деформирования. На рис. 5 показаны детали типа «хвостовик» с четырьмя отростками.

Выводы Предложенный технологический процесс позволяет снизить массу деталей, увеличить коэффициент использования материала до 0,9, повысить производительность труда до 50 %, сократить сроки подготовки производства и трудоемкость изготовления изделий в 1,5...2 раза. Исследовано влияние количества отростков и их толщины на силовой режим выдавливания. Установлено, что при увеличении числа отростков с 2 до 6 усилие выдавливания снижается на 20 %, а при увеличении толщины отростка с 1 мм до 3 мм усилие выдавливания снижается на 10 %.

Lateral extrusion of case details with branches

Aliieva L.I., Aliiev I.S., Kordenko M. Yu.

The process of lateral extrusion of body parts with processes by the finite-element method using the software product Deform-3D has been modeled. The purpose of this study is to study the number and thickness of processes, the force and deformation mode of the process of side extrusion of parts with external oblique processes, to conduct a comparative analysis of theoretical and experimental data. It was also theoretically investigated the effect of the thickness of the process on the force mode of the process and on the stress state. Using the finite element method, the dependences of the deformation force on the geometrical parameters of the resulting part are obtained. Theoretical studies of lateral extrusion of a "shank" part with two, three, and four processes in the form of inclined feathers were experimentally confirmed.

Keywords: lateral extrusion, process, force regime, finite element method, form change.

Бокове видавлювання корпусних деталей з відростками

Алієва Л.І., Алієв І.С., Корденко М.Ю.

Проведено моделювання процесу бокового видавлювання корпусних деталей з відростками методом скінчених елементів за допомогою програмного продукту Deform-3D. Мета даного дослідження - вивчення кількості і товщини відростків, силового і деформаційного режиму процесу бокового видавлювання деталей із зовнішніми похилими відростками, провести порівняльний аналіз теоретичних і експериментальних даних. Також теоретично було досліджено вплив товщини відростка на силовий режим процесу і на напружений стан. Методом скінчених елементів отримано залежності зусилля деформування від геометричних параметрів одержуваної деталі. Експериментально підтвержені теоретичні дослідження бокового видавлювання деталі «хвостовик» з двома, трьома і чотирма відростками в формі похилого пір'я.

Ключові слова: бокове видавлювання; відросток; силовий режим; метод скінчених елементів; формозміна

Список литературы:

1. Алиев И. С. Технологические процессы холодного поперечного выдавливания / И. С. Алиев // Кузнечно-штамповочное производство. - 1988. - № 6. - С. 1-4.
2. Борисов Р. С. Анализ силового режима и формоизменения при боковом выдавливании деталей с отростками // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : тематич. зб. наук. пр. – Краматорськ, 2005. – С. 352–354.
3. Алиева Л.И., Борисов Р.С. Формообразование утолщений на полых и сплошных заготовках // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні Пасько А. Н. Холодная объемная штамповка осесимметричных заготовок / А. Н. Пасько. - Тула : Изд-во ТулГУ, 2004. - 252 с.
4. Силовой режим процесса поперечного выдавливания и оптимизация формы инструмента / О. К. Савченко, Ф. Э. Азадов, С. Л. Черняева [под ред. Л. Н. Соколова и др.] // Совершенствование процессов и машин обработки металлов давлением : сборник научных статей. - К. : УМК ВО, 1988. - С. 21-28.
5. Иванов К. М. Метод конечных элементов в технологических задачах ОМД / К. М. Иванов, В. С. Шевченко, Э. Е. Юргенсон. - СПб. : Изд-во ПИМаш, 2000. - 224 с.