

УДК 621.771

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОЛЫХ КОНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СХЕМ КОМБИНИРОВАННОГО ОБРАТНО-ПРЯМОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ

Алиев И.С., Самоглядюв А.Д.

Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск, Украина

**Аннотация:** Рассмотрена схема комбинированного выдавливания полых конических деталей в конической матрице с использованием варьирования параметров контактного трения. Произведено моделирование процесса комбинированного выдавливания в программном пакете Qform-3D. В работе представлен график силовых параметров процесса, а также изображения полей распределения интенсивности деформаций, которые позволили определить максимальное значение деформаций, при которых возможны появления дефектов при различных коэффициентах трения. Проанализировав полученные результаты, установлено, что наблюдается появление такого дефекта как отставание металла от торца пуансона, которое может происходить как по ходу протекания процесса, так и в его конце. Наличие данного типа дефекта можно использовать как положительную особенность данного процесса для получения деталей со сферическим дном без применения специализированной оснастки.

**Ключевые слова:** полые конические детали; комбинированное выдавливание; деформация; заготовка; деформация; сила.

В современной промышленности полые конические детали имеют широкую область применения. Одним из методов получения являются процессы точной объемной штамповки, позволяющие получить высококачественную деталь с высокой точностью размеров. Данный тип деталей возможно получить несколькими способами, такими как обратное выдавливание, прямое выдавливание и комбинированное обратное-прямое выдавливание (рис. 1). [1, 2]

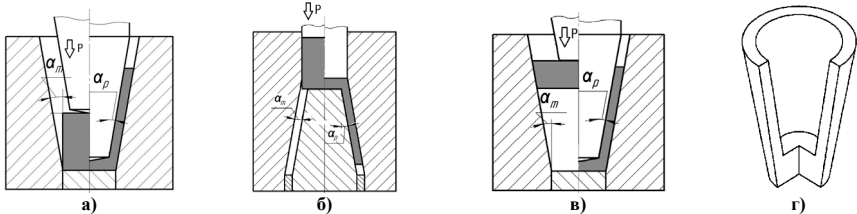


Рис. 1. Схемы процесса обратного-прямого выдавливания (а, б, в) и получаемая деталь (г)

Анализ способов изготовления полых конических деталей позволил выявить способ (рис.1, в), преимуществом которого является простота получения заготовки, простота конструкции деформирующего инструмента и равномерность распределения механических свойств по сечению заготовки. [3]

Наличие стадии обратного выдавливания является негативным фактором в схемах комбинированного обратного-прямого выдавливания полых конических деталей. Для реализации варианта исследуемого процесса без стадии обратного выдавливания необходимо более точно регулировать основными технологическими параметрами данного процесса. Основными влияющими параметрами данного процесса являются условия контактного трения на матрице и пуансоне, а так же в меньшей мере форма заготовки и положение ее в матрице. [4, 5]

Целью работы является определение возможности реализации процесса комбинированного обратного-прямого выдавливания без стадии обратного выдавливания с выявлением количественных значений основных технологических параметров процесса и оценки полученной формы изделия.

Для теоретического анализа возможности реализации поставленной задачи воспользуемся методом конечного элемента, который реализован в программе Qform 2D. Данный программный

продукт нашел свое применение при моделировании процессов обработки металлов давлением, неоднократно подтверждая сходимость результатов моделирования с результатами экспериментальных исследований. [9, 10]

Граничные условия для проведения конечно-элементного анализа представлены в виде табл. 1. Для описания поведения заготовки в процессе деформирования используется вязкопластическая среда. Условия контактного трения заданы по закону А. Н. Леванова.

В качестве основных управляющих параметров были приняты коэффициенты трения на матрице и пуансоне, впоследствии можно проследить влияние расположения заготовки в матрице. За базовый вариант технологического процесса принят вариант с расположением заготовки в верхней части матрицы (рис. 1, в) и коэффициенты трения равные 0,08 на матрице и пуансоне по закону Зибеля.

Выявление коэффициентов трения, которые приведут к исключению конечной стадии обратного выдавливания при выбранной схеме проведения технологического процесса, происходит при последовательном их переборе с визуальной оценкой конечного формоизменения и анализом графика изменения силы выдавливания по ходу процесса.

Анализ графической зависимости изменения силы выдавливания в процессе обратного прямого выдавливания полых конических деталей (рис. 2) показал, что даже при увеличении коэффициента трения на матрице до 0,36 конечное значение силы выдавливания будет меньше, чем при коэффициенте трения на матрице 0,08, это объясняется отсутствием конечной стадии – обратного выдавливания.

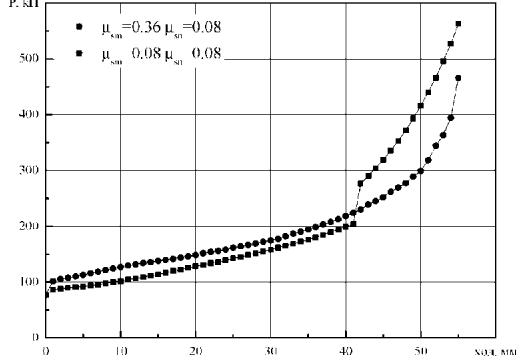


Рис. 2. График изменения силы выдавливания по ходу процесса деформирования в зависимости от влияния условий контактного трения

трения на пуансоне в большей степени влияет на силу выдавливания, при значениях, не входящих в данный диапазон еще и на формоизменение. При значениях отношения радиусов менее 0,4 влияние на формоизменение выражается в дефекте в виде небольшого наплыва металла вокруг пуансона. При значениях отношения радиусов более 0,8 происходит влияние сил трения, как со стороны пуансона, так и со стороны матрицы, что способствует более интенсивному течению металла в прямом направлении.

В исследуемом варианте, когда толщина стенки стакана достигла определенной величины, а значения коэффициентов трения на матрице и пуансоне способствуют более интенсивному течению металла в прямом направлении, то на конечной стадии выдавливания в стенке стакана образуется линия раздела течения металла. Влияние линии раздела на формоизменение выражается в появлении дефекта в виде отставания металла от торца пуансона (рис. 6, а, б).

**Выводы.** В результате анализа схемы процесса комбинированного обратного прямого выдавливания было установлено, что реализация процесса комбинированного обратного-прямого выдавливания возможна без конечной стадии обратного выдавливания. Реализация данного процесса возможна при следующих технологических параметрах: условие контактного трения на матрице 0,36, на пуансоне 0,08; углы наклона образующей на матрице и пуансоне равны по 10

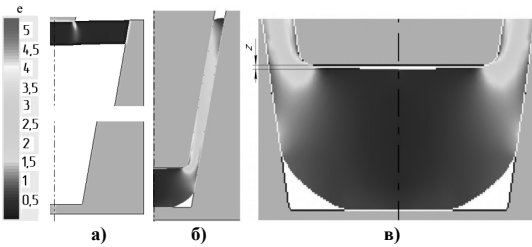


Рис. 3. Дефект в виде отставания металла

градусов. Обобщить полученные данные и привести их к некоторым зависимостям пока не представляется возможным в связи многовариантным решением задачи при большом числе варьируемых параметров.

При анализе конечного формообразования с помощью МКЕ было установлено, что полученная исследуемым способом деталь имеет дефекты в виде не заполнения углов (рис. 5, в).

Наличие данного типа дефекта можно использовать как положительную особенность данного процесса для получения деталей со сферическим дном без применения специализированной оснастки. Также наблюдается появление такого дефекта как отставание металла от торца пуансона (рис. 6, б), которое может происходить как по ходу протекания процесса, так и в его конце.

### Manufacture of hollow conical details with the use of combined back-forward extrusion circuits

Алиев И. С., Самоглядов А.Д.

**Abstract.** The diagram of combined extrusion of hollow conical details in a conical matrix using variation of the parameters of contact friction is considered. The simulation of the combined extrusion process in the *Qform-3D* software package was performed. The paper presents a graph of the power parameters of the process, as well as images of the strain intensity distribution fields, which allowed to determine the maximum strain value for which defects can appear at different friction coefficients. punch, which can occur both during the course of the process, and at its end. The presence of this type of defect can be used as a positive feature of this process to obtain parts with a spherical bottom without the use of specialized tooling.

**Keywords:** hollow conical details, combined extrusion, deformation, workpiece, deformation, force

### Виготовлення порожнистих конічних деталей з використанням схем комбінованого зворотньо-прямого видавлювання

Алієв І.С., Самоглядюв А.Д.

**Анотація.** Розглянуто схему комбінованого видавлювання порожнистих конічних деталей в конічній матриці з використанням варіювання параметрів контактної тертя. Вироблено моделювання процесу комбінованого видавлювання в програмному пакеті *Qform-3D*. У роботі представлений графік силових параметрів процесу, а також зображення полів розподілу інтенсивності деформації, які дозволили визначити максимальні значення деформації, при яких можливі появи дефектів при різних коефіцієнтах тертя. Проаналізувавши отримані результати, встановлено, що спостерігається поява такого дефекту як відставання металу від торця пуансона, яке може відбуватися як по ходу протікання процесу, так і в його кінці. Наявність даного типу дефекту можна використовувати як позитивну особливість даного процесу для отримання деталей зі сферичним дном без застосування спеціалізованої оснастки.

**Ключові слова:** порожнисті конічні деталі, комбіноване видавлювання, деформація, заготовка, деформація, сила

#### Список литературы

1. Алиев И.С. Комбинированное выдавливание полых конических деталей из заготовок различной формы / И.С. Алиев, П.В. Гнездилов // Обработка материалов давлением : сборник научных трудов. – Краматорск : ДГМА, 2015. – №2 (41). – С.162-165.
2. Эжк Е.В., Даммер А. Э., Кононов ВТ. Определение формоизменения и усилия комбинированного выдавливания полых поковок конической формы // Известия вузов. Черная металлургия - 1983 - №2. – С. 46-50.
3. Алиев И.С., Кашенко Ю.А., Еремин В.П. Исследование технологического процесса выдавливания полых конических деталей // Прогрессивные технология, оборудование и оснастка для интенсификации процессов обработки давлением: Сб-к научн. трудов К. : УМК ВО. 1991.- С. 22- 31.
4. Александров А.А. Моделирование процесса холодного поперечно-прямого выдавливания изделий с коническим дном / А.А. Александров, И.С. Лексутов // Омский научный вестник №2 (56) 2007г. – С.129-131.
5. Евдокимов А.К. Обратное выдавливание в конической матрице / А.К. Евдокимов, О.М. Герасимова, Е.В. Житникова // Исследование в области теории, технологии и оборудования штамповочного производства: Сб.науч.тр. / ТулГУ – Тула,1996. – С. 185-191.