

УДК 621.961

Левандовская И. В.
Середа В. Г.**МАЛООТХОДНАЯ ШТАМПОВКА ЛИСТОВЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ
ИЗ ГРУППОВОЙ ЗАГОТОВКИ**

Значительную долю полых тонкостенных изделий, применяемых в машиностроении и других отраслях народного хозяйства, изготавливают из листовых заготовок различными способами штамповки. Технология штамповки таких изделий, как правило, многооперационная, включает основные формоизменяющие и разделительные операции, а также вспомогательные, в том числе термические [1, 2]. Изготовление данных изделий характеризуется значительными трудовыми затратами и отходами материалов, что существенно влияет на себестоимость продукции. Трудоемкость изготовления мелких деталей с размерами в плане примерно до 60 мм может быть снижена за счет применения штамповки в ленте. Одновременно штамповка в цельной ленте с использованием вытяжки позволяет снизить отходы по сравнению со штамповкой пустотелых изделий из штучных заготовок, которые вырубаются из групповой (полосы или ленты) [2, 3].

Более крупные пустотелые детали штампуют из штучных заготовок с ручной и автоматической подачей. В этом случае стремятся уточнить форму плоской штучной заготовки вытянутой детали, что позволяет при сравнительно небольших деформациях и невысокой точности размеров исключить обрезку и снизить одновременно трудоемкость изготовления и отходы металла при штамповке [4, 5].

Определенный положительный эффект в этом случае может обеспечить и деформирование заготовок при повышенных температурах [6], хотя это существенно усложняет конструкцию штампов и приводит к повышенному расходу энергии.

Важное значение имеет снижение потерь металла при изготовлении цилиндрических изделий с фланцем или без него, так как именно эти детали чаще всего штампуются, а их изготовление сопровождается наибольшими затратами материала. В настоящее время при холодной листовой штамповке предложены следующие схемы технологического процесса из групповой заготовки:

- вырубка круглой заготовки с отходами, вытяжка полуфабриката с припуском на обрезку, последующие операции штамповки [1, 2];
- отрезка квадратной заготовки без отходов, вытяжка полуфабриката с припуском на обрезку; последующие операции штамповки [2, 5];
- первая вытяжка в целой групповой заготовке, вырубка полуфабриката, последующие вытяжки и другие штамповочные операции [7].

Цель работы – оценить возможную экономию металла при использовании последней схемы технологического процесса штамповки цилиндрических изделий.

Эффективность схемы штамповки будем оценивать шаговым коэффициентом использования материала:

$$h = \frac{F_g}{Bt},$$

где F_g – площадь детали по средней линии;

B – ширина групповой заготовки;

t – шаг подачи групповой заготовки при выполнении очередной первой операции технологического процесса при изготовлении очередной детали.

При использовании круглой заготовки

$$t = D_0 + a,$$

где D_0 – диаметр штучной заготовки с учетом припуска на обрезку;

a – перемычка между смежными контурами круглых заготовок на групповой.

Если штампуется цилиндрическая деталь без фланца, то:

$$D_0 = 2\sqrt{F_g / p + d\Delta H},$$

где d – диаметр цилиндрической детали по средней линии;

ΔH – припуск на обрезку по высоте.

Для детали с фланцем:

$$D_0 = 2\sqrt{F_g / p + (d_\phi + \Delta D)\Delta D},$$

где d_ϕ – диаметр фланца детали.

Ширина групповой заготовки [3]:

$$B = D_0 + 2b + c,$$

где b – боковая перемычка;

c – величина отрицательного припуска на ширину групповой заготовки;

При использовании штучной квадратной заготовки отрезка последней выполняется без перемычек, поэтому:

$$B = t = D_0 + c.$$

В данном случае ожидаемая экономия металла определяется площадью перемычек, необходимых при вырубке круглых заготовок.

При применении третьей схемы технологического процесса штамповки цилиндрических деталей с широким фланцем используются возможности экономии металла, характерные для вытяжки в целой ленте, когда в матрицу втягивается часть металла, который идет в отход при вырубке круглой заготовки в технологическом процессе по первой схеме.

При первой вытяжке в целой ленте, когда втягиваемый в матрицу металл дополнительно утоняется, соответственно площадь поверхности его увеличивается. Эти явления позволяют уменьшить шаг подачи групповой заготовки на 10...20 % [3] по сравнению с расчетным, когда уменьшение толщины не учитывается.

Соответственно:

$$t = bD_0,$$

где $b < 1$, зависит от соотношения размеров изделия, радиусов закругления рабочих кромок матрицы и пуансона, свойств материала заготовки, трения. Конкретное значение b может быть установлено при отладке технологического процесса в определенных условиях.

Ширина групповой заготовки в данном случае:

$$B = D_0 + c.$$

Ширина групповой заготовки B и шаг подачи ее при первой вытяжке определяются так же, как и при штамповке деталей с широким фланцем.

Зависимость шагового коэффициента использования металла от схемы технологического процесса и диаметра цилиндрической части изделия d , при толщине заготовки 1 мм и $h/d = 0,85$ (h – высота детали по средней линии) показана на рис. 1.

Та же зависимость при штамповке цилиндрической детали с толщиной заготовки 1 мм и $h/d=0,85$ и $d_\phi/d=1,4$ (d_ϕ – диаметр фланца) приведена на рис. 2.

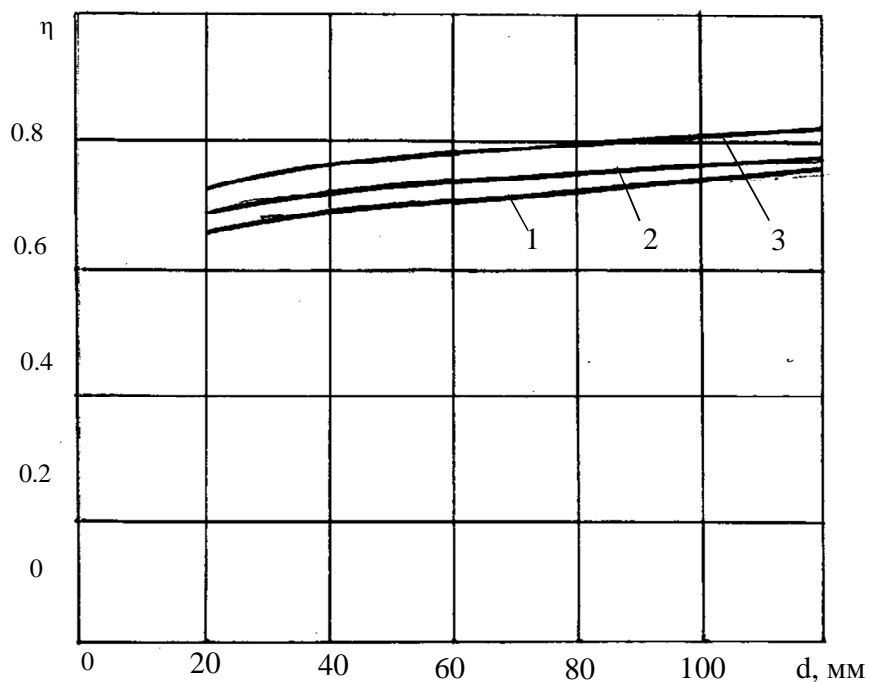


Рис. 1. Зависимость шагового коэффициента использования металла от диаметра цилиндрической детали без фланца при вытяжке:

1 – из круглой заготовки; 2 – из квадратной заготовки; 3 – в первом переходе в целой групповой заготовке

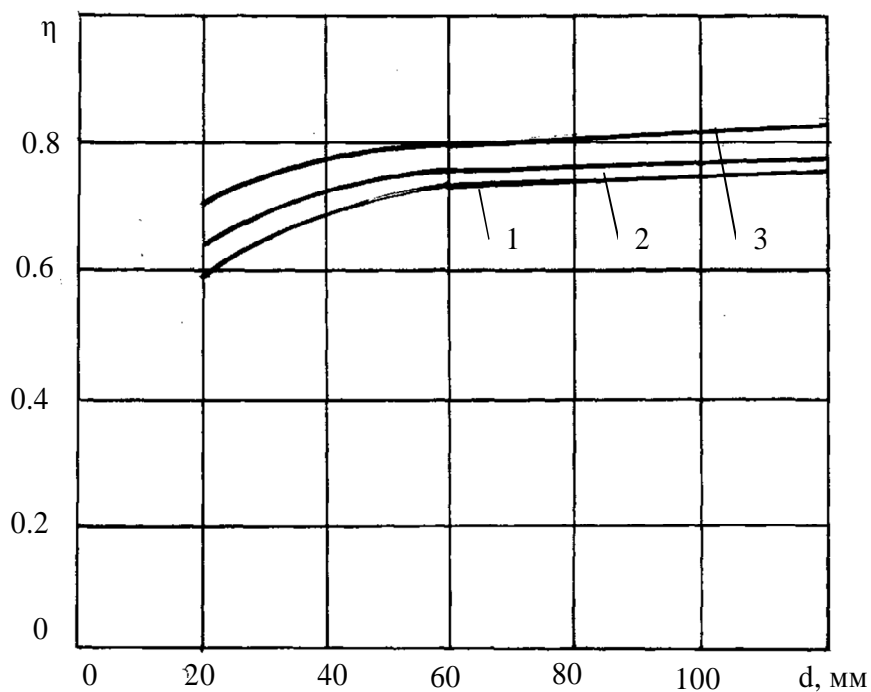


Рис. 2. Зависимость шагового коэффициента использования металла от диаметра цилиндрической детали без фланца при $S=1$ мм и $h/d=0,85$ и $d_\phi/d=1,4$ при вытяжке:

1 – из круглой заготовки; 2 – из квадратной заготовки; 3 – в первом переходе в целой групповой заготовке

Данные о размерах перемычек припусков на обрезку, необходимые для расчета, взяты по [3]. В расчетах принято $b = 0,92$.

Вырубленный по третьей схеме полуфабрикат после первой вытяжки имеет фланец требуемых размеров и необходимой точности, которые обеспечиваются исполнительными размерами матрицы и пуансона вырубленного штампа. При выполнении последующих операций штамповки наружный размер фланца не изменяется.

Вырубка полуфабриката должна выполняться в отдельном штампе. Таким образом, вырубка полуфабриката после первой вытяжки в целой ленте заменяет обрезку при штамповке изделия из круглой заготовки.

Когда изготавливается по третьей схеме цилиндрическая деталь без фланца, то диаметр полуфабриката при последующих вытяжках уменьшается, что может привести к появлению впадин и выступов на торце изделия, то есть высота последнего вдоль периметра может изменяться. Однако формоизменение полуфабриката, который после вырубки имел одинаковую высоту по всему периметру, будет существенно меньше, чем при использовании круглой заготовки, что позволит часто отказаться от обрезки полуфабриката после последней вытяжки.

ВЫВОДЫ

Технологический процесс штамповки цилиндрических деталей, который включает первую вытяжку в целой групповой заготовке и последующие операции после вырубки вытянутого полуфабриката, может обеспечить минимальные отходы металла, величина которых зависит от соотношения размеров и формы изделия. Выполненные исследования позволяют определить основные технологические параметры процесса, которые необходимы для расчета инструмента и выбора оптимальной технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов Е. А. *Технология и автоматизация листовой штамповки* / Е. А. Попов, В. Г. Ковалев, И. Н. Шубин. – 2-е изд. стер. – М. : Изд-во МГТУ им. Баумана, 2003. – 48 с.
2. Романовский В. П. *Справочник по холодной штамповке* / В. П. Романовский. – Л. : Машиностроение, 1979. – 520 с.
3. *Справочник конструктора штампов : листовая штамповка* / Под общ. Ред. Л. И. Рудмана. – М. : Машиностроение, 1988. – 496 с.
4. Стеблюк В. І. *Моделювання процесу витягування коробчастих виробів* / В. І. Стеблюк, О. В. Холявік, К. О. Лукасік // *Вестник Национального технического университета «Киевский политехнический институт»*. – Киев : Машиностроение, 2008. – № 52. – С. 351–358.
5. Яковлев С. П. *Штамповка анизотропных заготовок* / С. П. Яковлев, В. Д. Кухарь. – М. : Машиностроение, 1986. – 136 с.
6. *Технологические процессы изотермической глубокой вытяжки цилиндрических деталей* / С. П. Яковлев, А. В. Черняев, В. И. Платонов, Ю. Г. Нечепуренко // *Обработка металлов давлением*. – Краматорск, 2008. – № 1(1). – С. 225–229.
7. Пат 38566 Україна, МПК (2006) B21D 28/00. *Спосіб штампування листових виробів* / Левандовська І. В. ; заявитель и патентообладатель ДГМА. – № 200809698 ; заявл. 24.07.2008 ; опубл. 12.01.2009, Бюл. № 1.

Левандовская И. В. – ст. преп. кафедры ВМ ДГМА;

Середа В. Г. – канд. тех. наук, доц. ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: janin23677@yandex.ru