

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ШТАМПА С УПРУГИМ ЭЛЕМЕНТОМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ДВУХУГЛОВОЙ ГИБКИ

© 2016 А.О. Кузин

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

Статья поступила в редакцию 25.04.2016

В данной работе представлены экспериментальные исследования штампа для двухугловой гибки с упругим элементом. Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях. Основными задачами эксперимента являлись практическая проверка теоретических расчетов технологических параметров процесса двухугловой гибки с упругим элементом, а также сравнения результатов эксперимента с результатами моделирования.

Ключевые слова: двухугловая гибка; упругие свойства; форма пуансона; упругая планка; упругое пружинение; ширина планки, уголгиба, радиусгиба.

Как известно, в процессе при двухугловой гибке возникает упругое пружинение[1]. Формула для приближённого определения упругого пружинения (П-образная гибка) [1]:

$$\operatorname{tg} \beta = 0,375 \cdot \frac{l_1}{kS} \cdot \frac{\sigma_m}{E}, \quad (1)$$

где β – угол пружинения;

$k = 1 - x$ – коэффициент, определяющий положение нейтрального слоя в зависимости от r/S ;

$l_1 = r_m + r_n + 1,25S$ – плечо гибки, мм;

σ_m – предел текучести, МПа;

E – модуль упругости, МПа.

На кафедре обработки металлов давлением Самарского национального исследовательского университета ведется работа по исследованию упругих свойств штамповой оснастки, в частности, процесса гибки листового материала.

В результате работы была разработана модель штампа с упругой планкой, которая позволяет сделать процесс двухугловой гибки более технологически и экономически выгодным. Данный штамп предназначен для углагиба 90° и $90^\circ\text{-}\beta$ и не учитывает утонение штампуемой заготовки в зонегиба. Схема процесса представлена на рис. 1.

В начале процесса заготовка 3 фиксируется на матрице 5 и выталкивателе 4, который находится в верхнем положении. При движении пуансона 1 вниз выталкиватель 4 опускается, упругая планка 2 начинает прижимать вертикальные полки заготовки 3 к пуансону 1, создавая дополнительную нагрузку на заготовку 3. При обратном ходе выталкиватель 4 выводит заготовку из матрицы 5, при этом упругая планка 2 на протяжении всего процесса прижимает заготовку 3 к пуансону 1. После окончания процесса заготовку 3 снимают с пуансона 1 пинцетом [2, 3].

Применение данного способа позволит: использовать упругие свойства штамповой оснаст-

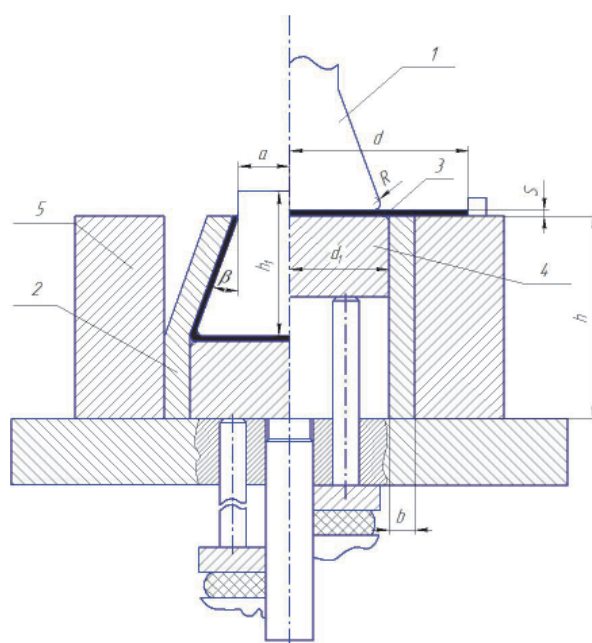


Рис. 1. Схема процесса двухугловой гибки с использованием упругой планки

(слева окончание процесса, справа начало процесса): 1 – пуансон; 2 – упругая планка; 3 – заготовка; 4 – выталкиватель; 5 – матрица; h – высота заготовки; b – ширина планки; R – радиусгиба; S – толщина заготовки; d – длина заготовки; h_1 – высота пуансона; a – ширина пуансона, d_1 – ширина выталкивателя

ки, повысить качество детали, снизить упругое пружинение за счет формы упругой планки и формы пуансона, исключить из технологического процесса операции калибровки.

Для подтверждения был смоделирован процесс деформации упругой планки и процесс двухугловой гибки с использованием упругой планки в программном комплексе DEFORM-2D. Моделирование проводилось для процесса деформации прямого и обратного хода. Анализ результатов проводился в постпроцессоре программного комплекса. Для оценки условий процесса рас-

сматривались поля распределений напряжений и деформаций по объёму планки в момент начала деформации, в середине процесса деформации и по окончании деформации. Напряжения, возникающие в планке и заготовке, имеют допустимый уровень для материалов, из которых они изготовлены. Пластическая деформация активно проходит в заготовке, в планке же она отсутствует (что подтверждает её упругую модель).

Штамповую оснастку целесообразно изготавливать из инструментальных сталей, предназначенных для штампов холодной штамповки. Рабочие элементы штампа (матрица, пуансон) материалы У8 или У10 и после термообработки твердость HRC 50-55. Упругая планка сталь 45 подвергается термообработки: отжиг при температуре 840-860°C, время 1 час с охлаждением в печи; полная закалка в воду при температуре 840-860°C, время 20 минут; высокий отпуск при температуре 550-600 °C, 20 минут, далее охлаждение на воздухе; азотирование при температуре 550-600 °C, время 55 часов для повышения стойкости. Размеры пуансона и матрицы соответствуют размерам детали. Пуансон корректируется в зависимости от геометрических параметров детали, угла пружинения, минимального радиуса гибки и материала заготовки.

Для осуществления процесса гибки в лабораторных исследованиях использовалась универсальная гидравлическая машина ЦДМПУ-30 (рис. 2) с силоизмерителем до 300 кН (цена деления шкалы – 1кН). Скорость перемещения траверсы 0-10мм/сек.

В качестве оснастки использовался экспериментальный штамп (рис. 2, 3).

Штамп устанавливается на гидравлическую машину ЦДМПУ-30. В штамп на матрицу, выталкиватель и упругую планку помещается заготовка. Центровка заготовки осуществляется с помощью упоров, установленных на матрице. Для заготовок различных длин упоры можно перемещать.

Затем сверху устанавливается верхняя плита с пуансоном и хвостовиком. Верхняя плита и нижняя плита центрируются с помощью направляющих шпилек. Включается рабочий ход машины. Верхняя плита пресса давит на пуансон. Идет процесс гибки. С силоизмерителя ЦДМПУ-30 снимается показание усилия пресса.

Для осуществления процесса гибки с упругой планкой необходимо, чтобы планка на протяжении всего процесса плотно прижимала заготовку к пуансону.

Величина усилия гибки, упругого пружинения зависит от механических свойств штампуемого материала. Поэтому для качественной и количественной проверки полученных результатов использовали разнообразные по механическим свойствам материалы: сталь 3, Д16, А5. Механические свойства используемых материалов



Рис. 2. Универсальная гидравлическая машина ЦДМПУ-30



Рис. 3. Экспериментальный штамп для двухугловой гибки с упругой планкой (общий вид)

определялись испытаниями на растяжения по ГОСТу 7855-55 и ГОСТу 1497-61. Испытания проводились на растяжной машине Testometric FS-150кН (рис. 5).

В результате процесса гибки мы получили требуемый угол детали за одно действие, тем самым снизив упругое пружинение. На рис. 6 представлены получившиеся детали из стали 3.

В эксперименте проводилась гибка при различных условиях, таких как: 1) гибка набора из нескольких заготовок, для сравнения упругого пружинения в зависимости от радиусагиба. 2) гибка одного материала разной толщины, для сравнения упругого пружинения в зависимости

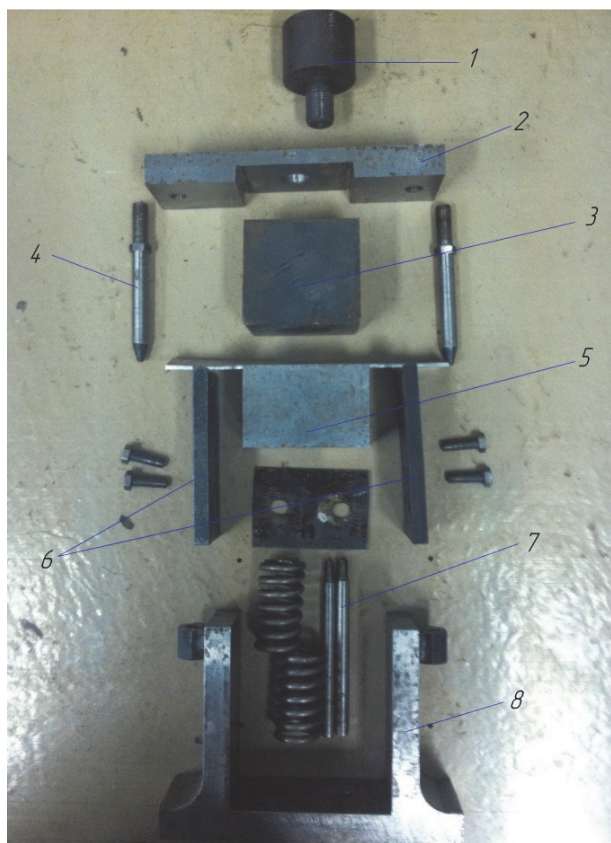


Рис. 4. Детали штампа:

- 1 – хвостовик, 2 – верхняя плита штампа,
- 3 – пуансон, 4 – направляющие верхней плиты,
- 5 – выталкиватель, 6 – упругие планки,
- 7 – направляющие выталкивателя,
- 8 – матрица (нижняя плита штампа)

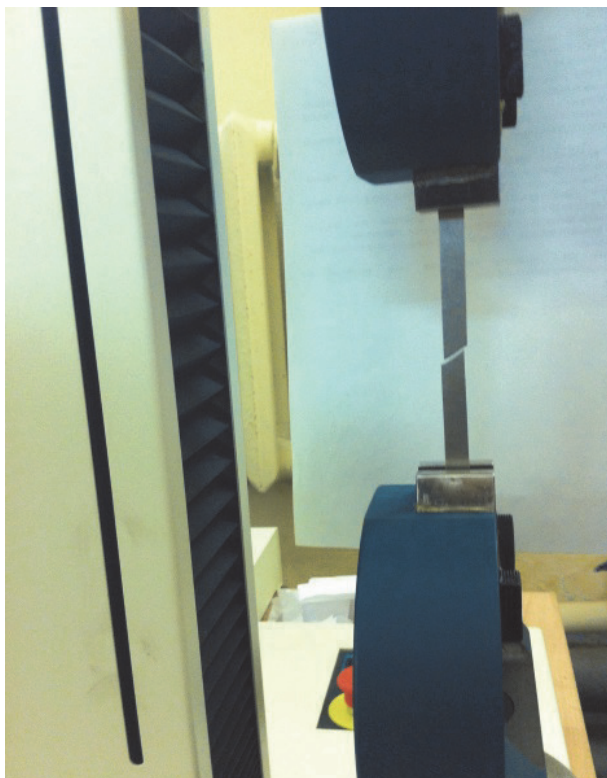


Рис. 5. Разрывная машина Testometric FS-150kN с заготовкой из алюминиевого сплава Д16



Рис. 6. Полученные детали из стали 3 при помощи штампа для двухугловой гибки с упругим элементом

от толщины при постоянном радиусегиба. 3) гибка одного материала при полном и среднем ходе, для сравнения угла пружинения от радиусагиба и толщины материала.

На рис. 7 представлены полученные детали из алюминиевого сплава А5.

На рис. 8 показана зависимость упругого пружинения от радиусагиба для материалов А5.



Рис. 7. Полученные детали из алюминиевого сплава А5 при помощи штампа для двухугловой гибки с упругим элементом

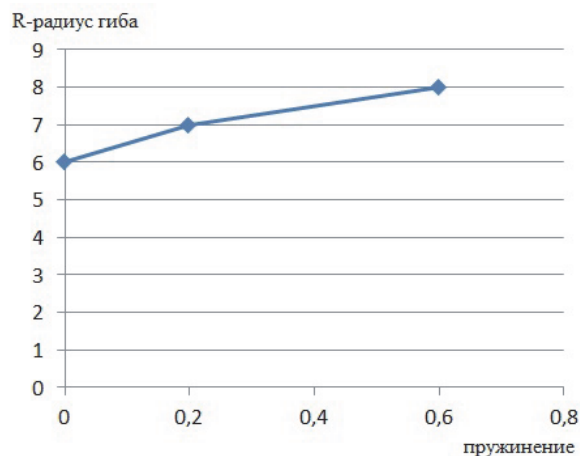


Рис. 8. Зависимость упругого пружинения от радиусагиба для материалов А5



Рис. 9. Полученные детали из алюминиевого сплава А5 при помощи штампа для двухугловой гибки с упругим элементом

Из рисунка видно, что чем больше радиусгиба, тем больше упругое пружинение.

На рис. 9 представлены полученные детали из алюминиевого сплава А5.

На рис. 10 показана зависимость упругого пружинения от толщины материала при постоянном радиусегиба для материала Д16.

Из рисунка видно, что чем больше толщина материала, тем упругое пружинение меньше.

Таким образом, полученные результаты эксперимента подтверждают результаты теоретических расчетов, которые были использованы при изготовлении штамповой оснастки, а также подтверждает результаты моделирования. Данная штамповая оснастка снижает упругое пружинение. Упругий прижим позволяет получать детали с требуемым углом, исключив дополнительные

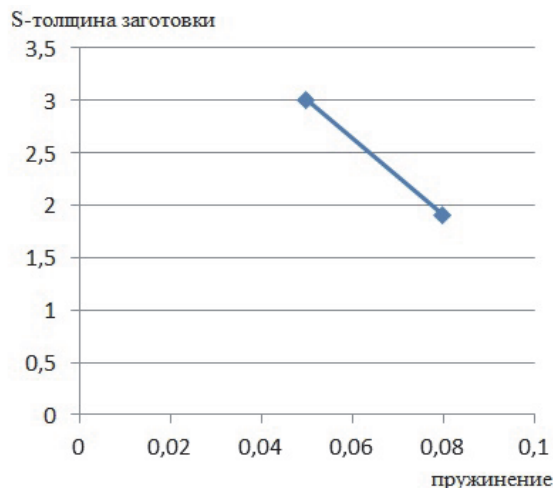


Рис. 10. Зависимость упругого пружинения от толщины материала при постоянном радиусегиба для материала Д16

операции. Разработанная штамповая оснастка с упругой планкой показала перспективность технологического процесса и рекомендована к внедрению в производство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. 6 изд. 520 с.
2. Попов И.П., Нестеренко Е.С., Кузин А.О. Исследование упругих свойств штамповой оснастки при операции двухугловой гибки в штампе с упругой планкой. М.: Машиностроение, 2012. С.121-124.
3. Штамп для гибки плоских деталей с упругой планкой пат. 153887 RU: МПК В21D5/02/ Попов И.П., Нестеренко Е.С., Кузин А.О.; 2015.

EXPERIMENTAL CONFIRMATION OF THE THEORETICAL RESULTS DIES FOR FLEXIBLE FLAT PIECES WITH ELASTIC ELEMENTS

© 2016 A.O. Kuzin

Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov

In this paper, presents the experimental research of two-angle die for bending and an elastic element. Experimental studies were carried out in laboratory conditions. The main objectives of the experiment is a practical verification of theoretical calculations of technological parameters two-angle bending process with an elastic element, and comparing the results of the experiment with the simulation results. **Keywords:** two-angle bending; elastic properties; the shape of the punch; elastic strap; elastic springing; the width of the strips, bending angle, bending radius.