

Ю.А. Плеснецов¹, канд.техн.наук, О.И. Тришевский², д-р.техн.наук, С.Ю. Плеснецов¹, студ.
 1 – НТУ «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина
 2 – ХНУСХ им. П.Василенко, г. Харьков, Украина

АНАЛИЗ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ ИЗГИБЕ

В статті наведені результати експериментальних досліджень деформованого стану листового металу товщиною 0,5 - 2 мм при згині на 90 - 180°. Наведені умови виконання експерименту, у тому числі наведені схеми деформування та використане обладнання. Проведена оцінка точності використаного цифрового методу. Обробка експериментальних даних у графічному вигляді виконана на розробленому на кафедрі ОМТ НТУ «ХПІ» програмному комплексі Farseer. Отримана розрахунково-експериментальна залежність, що апроксимує зтоншення в осередку деформації. Вперше отримані значення коефіцієнту форми в залежності від товщини металу.

The article presents the results of experimental studies of deformed sheet metal thickness of 0,5 - 2 mm bending 90 - 180°. Conditions of experiment completion are given, including deformation schemes and used equipment. Given also preciseness evaluation of used digital method. Experimental data in graphical form was processed using program complex Farseer, developed in metal forming department of NTU "KhPI". Calculating and experimental dependence that approximates thinning in the cell deformation. First for the form factor values depending on the thickness of the metal.

В современной промышленности широко распространены технологические процессы, включающие в себя подгибку элементов деталей. Гибка осуществляется либо в валках (процесс профилирования) [1-3], либо на кузнечно-прессовом оборудовании [4-6].

Вместе с тем, деформированное состояние при изгибе тонколистового металла, а также при изгибе элементов на угол более 90° изучены недостаточно.

В немалой степени такая ситуация возникла из-за крайней трудоемкости исследования очага деформации посредством обычных измерительных средств.

Современные же условия позволяют в значительной мере упростить и ускорить такие исследования, сохраняя при этом базовые методологические подходы, но перенося их на новый технологический уровень.

Цель работы: исследование деформированного состояния тонколистового металла в месте изгиба на 180°.

Задачи работы:

1. Экспериментальные исследования места изгиба металла.
2. Определение значений деформаций на каждом этапе деформирования.
3. Получение расчетно-экспериментальных зависимостей, описывающих деформации в месте изгиба.

В работе осуществлялся изгиб образцов (толщиной 0,5 мм, 1 мм и 2 мм) последовательно на 90°, 120° и 180° (рис. 1) на прессе УИМ-50 по ГОСТ 14019. На каждом этапе деформирования замерялись значения деформаций в точках, расположенных в пределах очага деформации с шагом 10°, 11° и 12° соответственно углам изгиба.

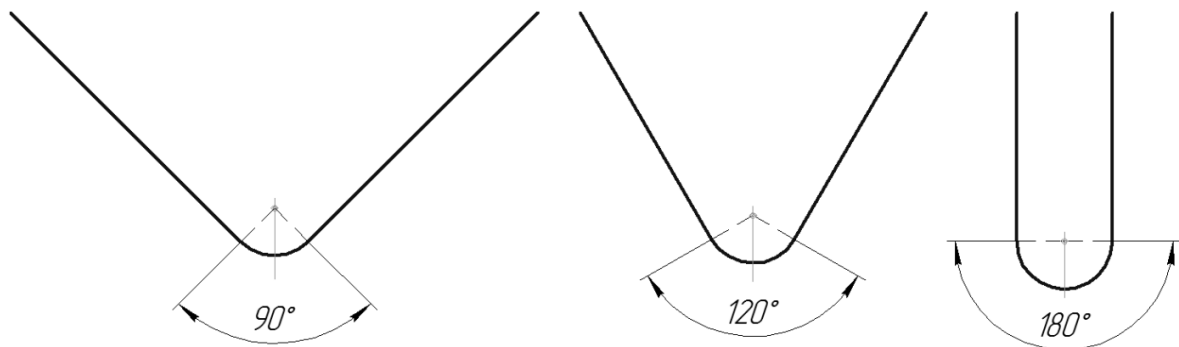


Рис. 1. Схема расположения точек замеров

Образцы каждой толщины подгибались по радиусам, равным s , $2s$ или $3s$ (s – толщина исходной заготовки). Таким образом радиусы составили: 0,25 мм, 0,5 мм, 0,75 мм, 1 мм, 2 мм, 3 мм, 4 мм и 6 мм.

Замеры деформации металла осуществлялись посредством разработанного на кафедре ОМД НТУ «ХПИ» программного комплекса Farseer (v 1.24с) [7, 8]. Основой для измерений послужили просканированные в разрешении 1200 dpi экспериментальные образцы.

Точность данного метода была проверена посредством сравнения результатов измерения поверенных концевых мер традиционными методами и посредством ПК Farseer. Относительные погрешности приведены в табл. 1. [9]

Таблица 1

Результаты оценки точности программного комплекса *Farseer*

№ образца	№ участка замера	Величина относительного расхождения с показаниями микроскопа, %		
		микрометр	сканер (1200 dpi.)	фотоаппарат
1	1	1,010	0,488	0,932
	2	0,908	2,523	3,882
	3	0,503	2,144	2,348
2	1	0,267	0,457	0,190
	2	0,806	0,997	0,054
	3	0,806	2,419	1,716
3	1	0,160	1,763	0,361
	2	0,120	0,027	0,554
	3	0,000	0,800	0,292

Полученные результаты замеров толщин до и после деформации позволили определить абсолютное утонение металла в месте изгиба. Значения утонений для толщины 1 мм приведены на графике (см. рис. 2).

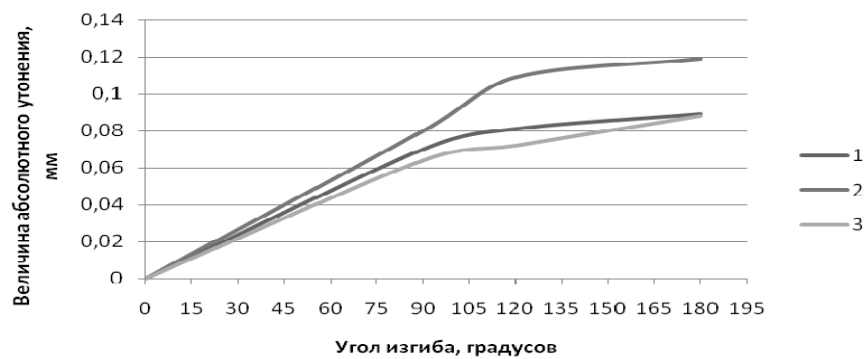


Рис. 2. Графическое представление утонений для образцов толщиной 0,5 мм и радиусом места изгиба и радиусом места изгиба 3s, 1, 2, 3 – номера точек замера

В результате анализа экспериментальных данных (рис. 3, 4) получена расчетно-экспериментальная аппроксимирующая зависимость, описывающая значение утонений в очаге:

$$e(\varphi) = f \cos(0,8\varphi)$$

где $e(\varphi)$ - деформация (утонение);

f - коэффициент формы (см. табл. 2);

φ - угол точки замера (-90° ... 90°).

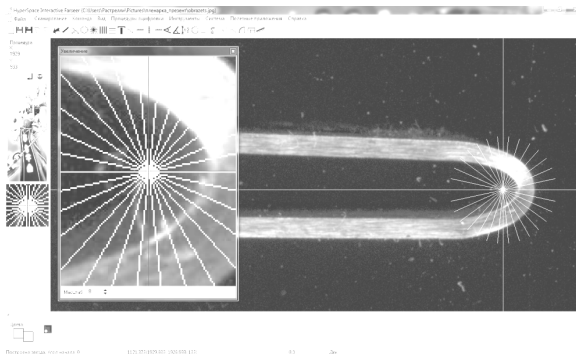


Рис. 3. Экспериментальный образец в процессе обмера на программном комплексе *Farseer*

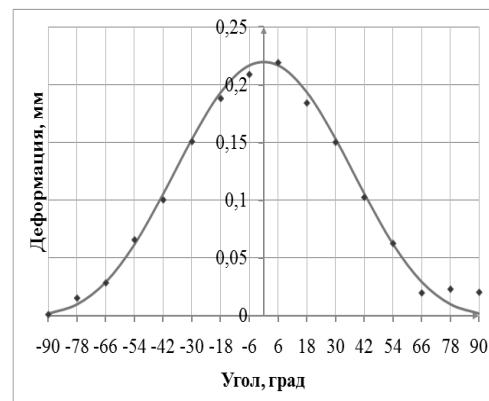


Рис. 4. Графическое представление результатов замеров утонений в месте изгиба на 180°

Таблица 2

Значения коэффициента формы в зависимости от расстояния между параллельными слоями металла

h	f
$h=S$	0,22
$h=2S$	0,16
$h=3S$	0,11

Выводы.

1. Выполнены экспериментальные исследования деформированного состояния металла при изгибе на 0° , 90° , 120° и 180° на толщинах 0,5 мм, 1 мм, 2 мм по радиусам 0,25 мм, 0,5 мм, 0,75 мм, 1 мм, 2 мм, 3 мм, 4 мм и 6 мм.
2. Получены значения деформаций для образцов на каждом из углов подгибки.
3. Получена расчетно-экспериментальная аппроксимирующая зависимость $e(\varphi) = f \cos(0,8\varphi)$, описывающая деформации в месте изгиба.
4. Впервые получены значения коэффициента f в зависимости от толщины металла и расстояния между его параллельными слоями.

Список литературы

1. Тришевский О.И. Анализ современного состояния производства и применения специальных гнутых профилей с местами изгиба на 180° . // Сб.: «Обработка материалов давлением» №2 (21). Краматорск: ДГМА, 2009. – 452 с. С. 227-230.
2. Тришевский И.С. Исследование деформаций металла при пластическом изгибе на 180° . / И.С. Тришевский, В.П. Стукалов // Сб.: «Теория и технология производства экономичных гнутых профилей проката». - Труды УкрНИИмет, вып. XV. Харьков: УкрНИИмет, 1970. - С. 174 – 194.
3. Тришевский И.С., Докторов М.Е. Теоретические основы процесса профилирования // М., Metallургия, 1980. – 288 с.
4. Попов Е.А. Основы теории листовой штамповки. // М.: Машиностроение, 1968.
5. Лысов М.И. Теория и расчет процессов изготовления деталей методами гибки. // М.: Машиностроение, 1966.
6. Зубцов М.Е. Листовая штамповка 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1980. – 432 с.
7. Тришевский О.И. Моделирование изгиба металла на 180° и исследование его деформированного состояния с использованием цифровых методов. // Сб.: Вестник Национального технического университета «ХПИ»: Х.: НТУ «ХПИ-2009». - №15 – 124 с. – С.71-76.
8. Тришевский И.С. Исследование деформаций металла при пластическом изгибе на 180° . / И.С. Тришевский, В.П. Стукалов // Сб.: «Теория и технология производства экономичных гнутых профилей проката». - Труды УкрНИИмет, вып. XV. Харьков: УкрНИИмет, 1970. - С. 174 – 194.
9. Тришевский О.И. Исследование деформированного состояния металла на участке его изгиба на 180° . // Сб.: «Университетская наука-2009»: Сб. тезисов и докладов в 2-х томах. Мариуполь: ПГТУ, 2009. – 433 с. С. 182.
10. Тришевский О.И. Разработка методики исследований специальных гнутых профилей с элементами изгиба на 180° и технологии их производства. // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія машинобудування. – К.: НТУУ «КПІ». – 2010. – 59.