

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHИ (Russia) = 0.179	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2016 Issue: 3 Volume: 35

Published: 30.03.2016 <http://T-Science.org>

SECTION 7. Mechanics and machine construction.

Denis Alexandrovich Chemezov
Master of Engineering and Technology,
Corresponding Member of International Academy of
Theoretical and Applied Sciences,
Lecturer of Vladimir Industrial College,
Russian Federation
chemezov-da@yandex.ru

Ludmila Vladimirovna Smirnova
Deputy Director for Studies and Methodical Work
of Vladimir Industrial College,
Russian Federation
mila3636@mail.ru

Vasily Sergeevich Seliverstov
Student of Vladimir Industrial College,
Russian Federation

Natalia Andreevna Zezina
Student of Vladimir Industrial College,
Russian Federation

COMPARISON OF STRESS-STRAIN STATE OF THIN-WALLED DETAIL AFTER DEEP DRAWING OF THE DIRECT AND REVERSE METHODS

Abstract: The article presents the analysis of the intensity of the stress of the material cylindrical thin-walled details obtained by various methods of the deep drawing. Given the conclusion about advantages and disadvantages of each method of the treatment of details.

Key words: a direct drawing, a reverse drawing, a punch, a die, a thin-walled detail, a plate stock.

Language: Russian

Citation: Chemezov DA, Smirnova LV, Seliverstov VS, Zezina NA (2016) COMPARISON OF STRESS-STRAIN STATE OF THIN-WALLED DETAIL AFTER DEEP DRAWING OF THE DIRECT AND REVERSE METHODS. ISJ Theoretical & Applied Science, 03 (35): 21-25.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-03-35-4> **Doi:**  <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2016.03.35.4>

СРАВНЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТОНКОСТЕННОЙ ДЕТАЛИ ПОСЛЕ ГЛУБОКОЙ ВЫТЯЖКИ ПРЯМЫМ И РЕВЕРСИВНЫМ СПОСОБАМИ

Аннотация: В статье представлен анализ интенсивности напряжения материала цилиндрических тонкостенных деталей, полученных различными способами глубокой вытяжки. Дано заключение о достоинствах и недостатках каждого способа обработки деталей.

Ключевые слова: прямая вытяжка, реверсивная вытяжка, пуансон, матрица, тонкостенная деталь, листовая заготовка.

Введение

В работах [1 – 8] представлены результаты исследования процесса прямой вытяжки цилиндрических пустотелых деталей различной толщины. Были рассмотрены вопросы интенсивности напряжения и деформации материала после обработки давлением, производительности процесса вытяжки, выбора рациональной геометрии формообразующих инструментов, образования складок на фланце

листовой заготовки и возможные дефекты тонкостенной детали.

Для вытяжки листовой заготовки толщиной 1 – 5 мм, изготовленной из деформируемого алюминиевого сплава, концентрация наибольшего напряжения наблюдается в зоне интенсивной пластической деформации со стороны растяжения материала (радиусная фаска в рабочем отверстии вытяжной матрицы). Напряжение (деформация) материала листовой заготовки уменьшается, а производительность обработки увеличивается при выполнении

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.179
ESJI (KZ) = 1.042
SJIF (Morocco) = 2.031

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260

процесса глубокой вытяжки с радиусной фаской в рабочем отверстии матрицы величиной $3.75s \dots 4.75s$ (где s – толщина листовой заготовки, мм).

Зазор, между контактными поверхностями формообразующих инструментов (пуансона и матрицы) превышающий размер s более чем в 2 раза, приводит к отклонению от правильной формы контура тонкостенной детали. Также отмечены дефекты в виде несимметричности и уменьшения толщины детали в области дна и боковых стенок. Складкодержатель (прижимное кольцо) рекомендуется применять при вытяжке деталей толщиной не более 2.5 мм для устранения образования складок на поверхности фланца листовой заготовки.

Реверсивная вытяжка представляет собой технологический процесс повторной вытяжки тонкостенной детали, которая выполняется в противоположном направлении прямой вытяжки [9]. Движение пуансона в обратном направлении приводит к выворачиванию заготовки. Реверсивная вытяжка может совмещаться с прямой вытяжкой для получения более сложного контура тонкостенной детали. Способ подходит для обработки средних по размеру полых деталей малой толщины.

Определение характера напряжений и деформаций полой детали после реверсивной

вытяжки позволит выполнить сравнение достоинств и недостатков 2-х рассматриваемых операций листовой штамповки.

Материалы и методы исследования

Компьютерный расчет напряженно-деформированного состояния материала цилиндрической тонкостенной детали выполнялся на всем временном диапазоне технологических процессов прямой и реверсивной вытяжки листовой заготовки в программе LS-DYNA.

Для реализации имитационного моделирования процессов листовой штамповки были построены твердотельные модели деталей вытяжного штампа и листовых заготовок (4 элемента для прямой вытяжки, 6 элементов для реверсивной вытяжки).

Размеры и ориентация твердотельных объемных моделей формообразующих инструментов, складкодержателей и листовых заготовок при прямой и реверсивной глубокой вытяжке представлены на рис. 1 и 2.

Рабочая часть пуансона имела сферическую форму. Материал листовых заготовок – алюминиевый сплав Д16, остальных деталей вытяжного штампа – штамповая инструментальная сталь Х12МФ.

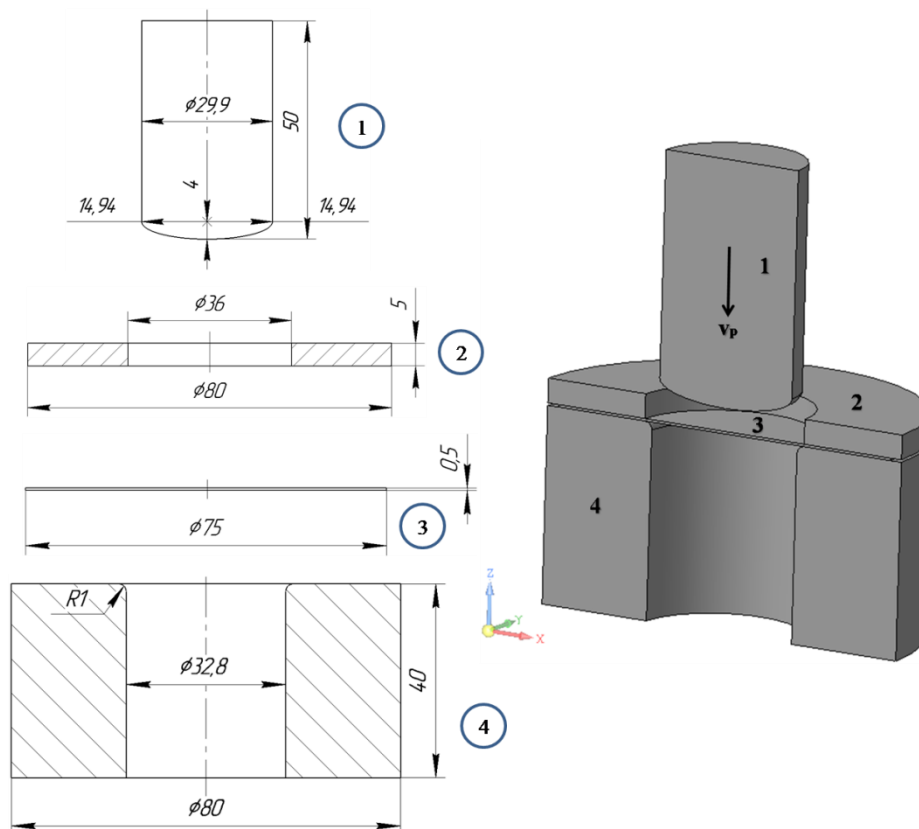


Рисунок 1 – Размеры и ориентация твердотельных объемных моделей при прямой вытяжке тонкостенной детали: 1 – пуансон, 2 – складкодержатель, 3 – листовая заготовка, 4 – матрица.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.179	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

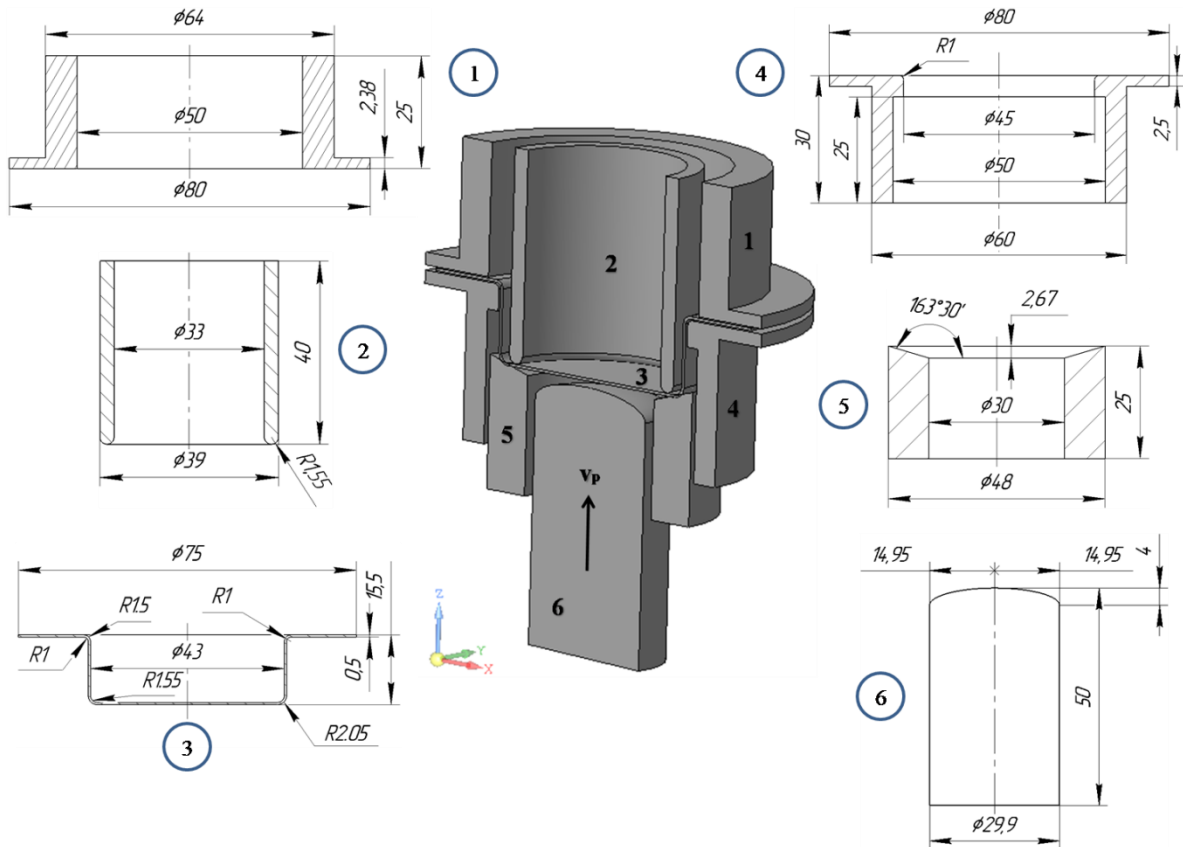


Рисунок 2 – Размеры и ориентация твердотельных объемных моделей при реверсивной вытяжке тонкостенной детали: 1 – верхний прижим, 2 – матрица, 3 – заготовка, 4 – нижний прижим, 5 – направляющая втулка, 6 – пуансон.

Стрелка указывает направление движения пуансона с определенной скоростью v_p .

Для реализации реверсивной вытяжки тонкостенной детали листовая заготовка была предварительно вытянута прямым способом на глубину 15 мм.

Обработанные детали были одинакового размера (наружный и внутренний диаметры, высота). Усилие, действующее на пуансон при прямой и реверсивной вытяжке листовой заготовки было постоянным и составляло 10 кН. Поверхности листовой заготовки и деталей вытяжного штампа имели жесткий, грубый

характер контакта при возможном разделении тел в процессе их взаимодействия (rough). Размер одного конечного элемента моделей принят величиной 1.3 мм (средняя точность результатов расчета).

Результаты и их обсуждение

Характер напряжения материала детали по фон Мизесу ($\sigma_{экв}$) после прямой и реверсивной вытяжки представлен на рис. 3. В каждом случае вытяжку материала выполняли на глубину 30 мм.

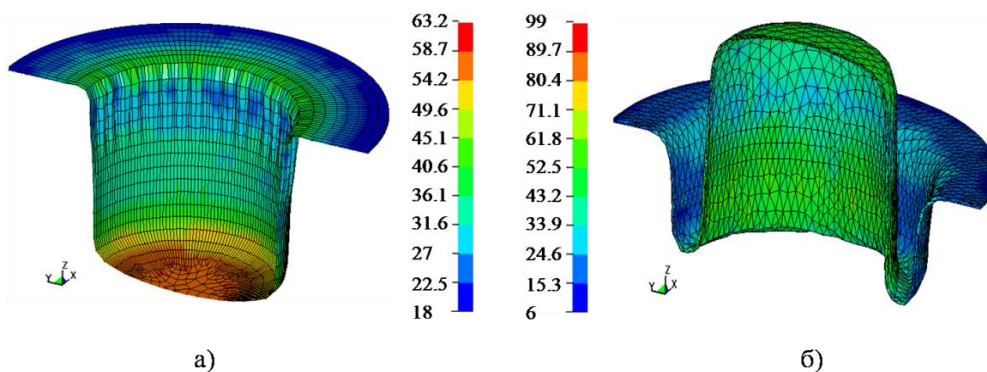


Рисунок 3 – Контуры напряжения по фон Мизесу на моделях после обработки: а – прямая вытяжка, б – реверсивная вытяжка. Единица измерения – Н/мм².

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.179	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

Максимальное значение $\sigma_{эkv}$ при прямой вытяжке составило 54.2 – 58.7 Н/мм², для реверсивной вытяжки – 61.8 – 71.1 Н/мм². Эти величины составляют от предела прочности на растяжение алюминиевого сплава Д16 ($\sigma_B = 470$ Н/мм²) при прямой вытяжке тонкостенной детали – 12%, при реверсивной вытяжке – 14%. Эти данные показывают, что существует достаточно большой запас прочности при пластической деформации материала первым и вторым способами.

Диапазон $\sigma_{эkv}$ при прямой вытяжке определен по контурам на моделях тонкостенных деталей: при прямой вытяжке – 18 – 54.2 Н/мм², при реверсивной вытяжке – 6 – 61.8 Н/мм². При этом наблюдается четкое распределение возникшего $\sigma_{эkv}$ по отдельным участкам

тонкостенной детали. Наибольшее $\sigma_{эkv}$ возникает у основания дна, что соответствует физической модели, так как усилие направлено по вертикали. По боковым стенкам оно равномерно. Существенный скачок с неравномерным распределением наблюдается у изгиба, так как $\sigma_{эkv}$ во внутренних слоях деформируемого материала (со стороны рабочей части пуансона) в конце вытяжки на участке перегиба изменяют направление от напряжений сжатия до напряжений растяжения, а в наружных – от напряжений растяжения до напряжений сжатия.

Изменение $\sigma_{эkv}$ (взяты средние значения) на различных участках тонкостенных деталей (по внутренним поверхностям), полученных после прямой и реверсивной вытяжки, представлено на рис. 3.

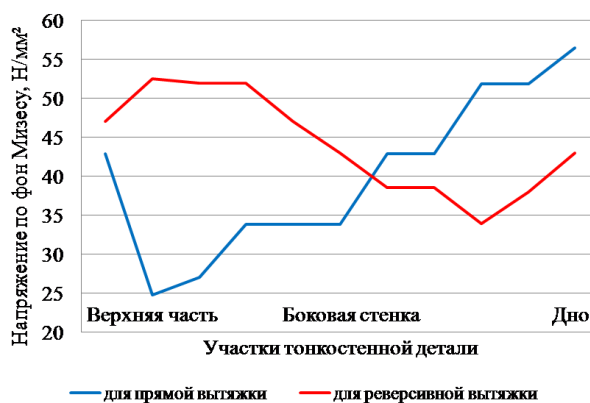


Рисунок 4 – Изменение напряжения по фон Мизесу на различных участках тонкостенной детали.

Заключение

Таким образом, на основе проведенного исследования по сравнению напряженно-деформированного состояния материала тонкостенных деталей, полученных прямой и реверсивной вытяжкой, можно сделать следующие выводы о достоинствах и недостатках рассмотренных формообразующих операций листовой штамповки:

1. Прямая вытяжка материала характеризуется выраженным неравномерным распределением $\sigma_{эkv}$ на различных участках тонкостенной детали. Наиболее нагруженный участок – дно детали.

2. Для реверсивной вытяжки характерно увеличение количества применяемых деталей

штампа и трудоемкости изготовления тонкостенной детали за счет разбиения обработки на несколько технологических этапов (предварительный и окончательный).

3. На внутренней поверхности боковой стенки тонкостенной детали после вытяжки прямым способом наблюдаются продольные складки (производственный дефект). При реверсивной вытяжке тонкостенной детали процесс гофрообразования не происходит вследствие дополнительного натяжения материала.

При одинаковых режимах обработки и размерах листовой заготовки реверсивный способ вытяжки цилиндрической тонкостенной детали более предпочтителен.

Impact Factor:

ISRA (India) = 1.344	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHHI (Russia) = 0.179	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 1.042	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 2.031	

References:

1. Chemezov DA, Seliverstov VS, Kondrakov AA (2015) The process of corrugation on the flange of the deformable of the plate stock. Journal scientific and applied research, №10/2015. – Pp. 79 – 81. ISSN 2306-9147.
2. Chemezov DA, Seliverstov VS (2015) The intensity of the formation of corrugation on the flange of the deformable plate stock of thickness 1 – 5 mm. Scientific and theoretical journal «Systems Engineering», №2. – Pp. 71 – 76. ISSN 2304-0823.
3. Chemezov DA, Zezina NA, Seliverstov VS (2015) The determination of the bending moment at the pressure of the punch on the material in the conditions of the shallow drawing of the plate stock. XII International scientific-practical conference "Fundamental and applied researches in the modern world". Vol. 1. – Pp. 73 – 76. ISSN 2307-1354.
4. Chemezov DA, Seliverstov VS, Komisar AS, Zezina NA, Tyurina SI (2015) Stamping of the plate stock with blank holder: the character of the material deformation and calculation of the coefficient of elongation. ISJ Theoretical & Applied Science 11 (31): 101-107. SoI: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-11-31-16> DoI: <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2015.11.31.16>
5. Chemezov DA, Seliverstov VS, Bayakina AV, Zezina NA (2016) The influence of the magnitude of the radius chamfer in the die hole on the degree of deformation of the processed material and the productivity of the deep drawing process of the plate stock. ISJ Theoretical & Applied Science, 01 (33): 52-57. SoI: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-01-33-11> DoI: <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2016.01.33.11>
6. Chemezov DA (2015) The research of the shallow drawing process of the plate stock. ISJ Theoretical & Applied Science 10 (30): 11-15. SoI: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-10-30-4> DoI: <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2015.10.30.4>
7. Chemezov DA (2015) Changing the wall thickness of the hollow detail during a shallow drawing of the plate stock. ISJ Theoretical & Applied Science 12 (32): 34- 37. SoI: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-12-32-5> DoI: <http://dx.doi.org/10.15863/TAS.2015.12.32.5>
8. Chemezov DA, Seliverstov VS, Zezina NA (2016) The analysis of the technological process of deep drawing of thin-walled detail: processing modes, sizes of the forming tools and production flaws. ISJ Young Scientist, №4/2016 – Pp. 101-105. ISSN 2072-0297.
9. (2016) Reverse Re-Drawing. Available: <http://www.aluminium.matter.org.uk/content/html/eng/default.asp?catid=188&pageid=2144416751> (Accessed: 16.03.2016).

