

Ключевые слова: технология, штамповка, объемная штамповка, точная объемная штамповка, выдавливание, пять видов размеров деталей, изготавливаемых выдавливанием.

The paper is devoted to the modern technologies of precision volumetric die forging comparison and estimation. There are shown the contradictions in interpretation of the term “precision volumetric die forging”. The author examined important aspects of precision volumetric hot die forging und cold extrusion and leads to recommendations, witch gives possibility to raise the exactness.

Keywords: technologies, mechanical working, volumetric die forging, precision volumetric die forging, five kinds of the parts dimensions of cold extruded details.

УДК.621.771.63

А. С. ЗАБАРА, аспирант, НТУ «ХПІ»;

Ю. А. ПЛЕСНЕЦОВ, канд. техн. наук, зав. кафедрой, НТУ «ХПІ».

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ ЗАМКНУТОГО СЕЧЕНИЯ

В работе проведено моделирования процесса осадки заготовки с помощью метода конечных элементов. Полученные поверхностные деформации сопоставили с экспериментальными исследованиями. Сделан вывод о целесообразности моделирования процесса осадки заготовки с использованием метода конечных элементов.

Ключевые слова: специальный гнутый профиль замкнутого сечения, моделирование, технология, осадка трубы.

Введение. В условиях создания в Украине основ рыночной экономики, возникновения и обострения конкурентных отношений, проблема материалоемкости промышленной продукции и выведения ее по этому показателю на уровень, достигнутый в промышленно развитых странах, становится первоочередной.

Один из эффективных путей экономии металла – увеличение производства и поиск новых областей применения гнутых профилей. Гнутые профили проката – высокоэкономичный вид металлопродукции, изготавливаемой методом непрерывного профилирования листового материала на профилегибочных агрегатах различного типа.

Вопросом разработки сортамента специальных гнутых профилей замкнутого сечения (СПЗС) и освоение их производства в Украине уделяется значительное внимание в связи с эффективностью их применения. Наибольшее количество разработок в этом направлении выполнено в Украинском научно-исследовательском институте металлов (УкрНИИМете). В то же время, выполненный в УкрНИИМете комплекс работ направлен на реализацию технологий производства СПЗС из заготовки 3 мм и более.

Анализ последних исследований и литературы. В последние годы в обрабатывающей промышленности сохраняется устойчивая тенденция к автоматизации производственных процессов, требующей автоматизированного разветвленного складского хозяйства на основе стеллажных конструкций [1]. Высокоэкономичные гнутые профили находят все более широкое применение в складском хозяйстве, благодаря чему, не только обеспечивается экономия металла, но и значительно снижается трудоемкость изготовления, а также облегчается унификация узлов и элементов. Одним из основных элементов стеллажных конструкций является траверса (см. рис. 1).

В настоящее время в Украине траверсу изготавливают из двух с-образных профилей и уголка, для получения которой требуются их формовка и последующая сварка. Снижение трудоемкости изготовления, а также соответствие повышенным требованиям к экспортному исполнению стеллажных конструкций (технологичность сборки, надежность в эксплуатации, товарный вид) может быть обеспечено при замене сварных с-образных профилей с уголком специальным гнутым профилем замкнутого сечения (рис. 2).

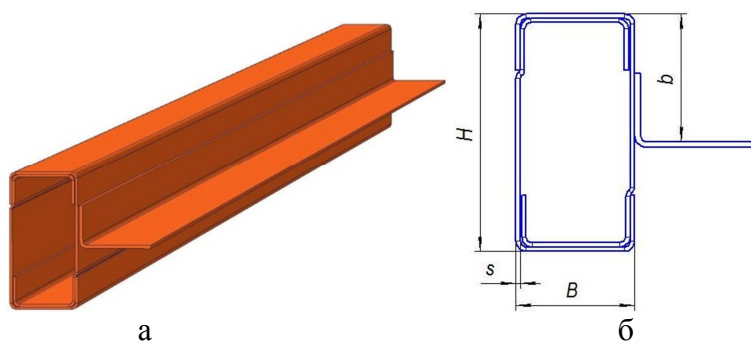


Рис. 1 – Профиль траверсы: а – общий вид; б – сечение

Существенным ограничением в применении таких СГПЗС является отсутствие технологий их производства, что связано в первую очередь с мелкосерийным характером производства СГПЗС и большими капитальными затратами на разработку технологии и оборудования, а также на изготовление последнего. Окупаемость капитальных затрат может быть достигнута при создании технологии, позволяющей изготавливать СГПЗС на существующем оборудовании предприятия-изготовителя.

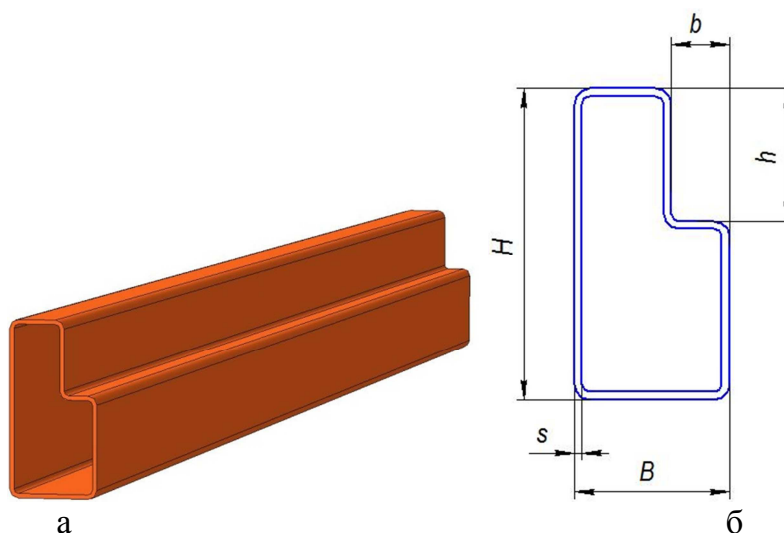


Рис. 2 – СГПЗС: а – общий вид; б – сечение

В Украине производство СГПЗС развито недостаточно, в литературе отсутствуют данные, позволяющие разработать технологию их производства, имеет место значительное количество импортной продукции, в связи с чем, работы направленные на создание научных и технологических основ их производства, являются важными и актуальными.

Цель исследований, постановка проблемы. Цель работы – разработка научно обоснованной модели валковой формовки профильных труб.

В соответствии с поставленной целью в работе выполнены исследования деформированного состояния металла при осадке круглой трубной исходной заготовки.

Материалы исследований. Особенностью СГПЗС является расположение прямоугольного продольного желоба по сечению. Разработана технология изготовления этих профилей из стали 08 кп (ГОСТ 1050).

Общей схемой технологического процесса выбрана предварительная формовка круглой трубной заготовки с продольной сваркой кромок в потоке и последующая ее переформовка в прямоугольный профиль с желобом.

Переформовка круглого сечения в овальное обеспечивает первое приближение конфигурации трубной заготовки к форме профиля (рис. 3) [2]. В следующих по схеме

формующих клетях поперечное сечение постепенно приближается к конечной форме при заданных размерах. Окончательная правка и калибровка профилей выполняется в последних двух технологических переходах.

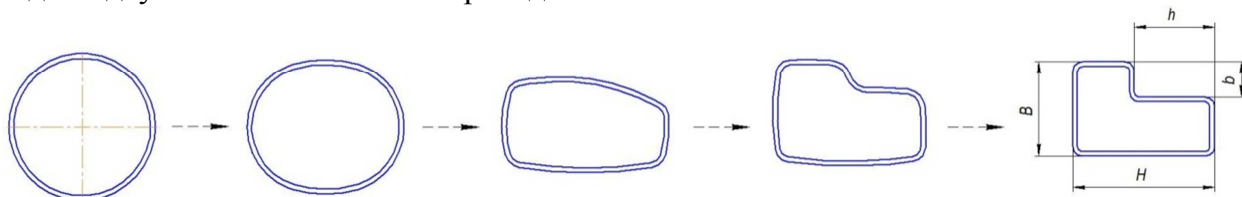


Рис. 3 – Схема формовки СГПЗС

Расчету калибровки валков предшествовал расчет ширины заготовки, проводимый в два этапа:

1. Определение периметра профилей и соответствующего ему диаметра трубной заготовки;

2. Расчет ширины полосовой заготовки с учетом припуска на оплавление кромок.

Периметр сечений профилей определялся как сумма длин их прямолинейных и криволинейных элементов (по средней линии), согласно рис. 2. Для профиля размерами $H=60$ мм, $B=40$ мм, $b=15$ мм, $h=34$ мм периметр равен 194,64 мм.

Указанным размерам соответствует развертка (по средней линии) трубы диаметром 62 мм, имеющая ширину 188,5, при этом длина по наружному периметру составляет 194,77 мм.

Конструкция СГПЗС содержит проблемные участки для формовки: желоб, угловые зоны. Формовка желоба представляют существенные трудности в части обеспечения размерной точности элементов и минимизации утонения. Утонение по условиям технического задания не должно превышать 0,1 мм. Такое требование связано с эксплуатационной нагрузкой профиля в стеллажной конструкции. В этой связи был выполнен комплекс теоретических исследований процесса формообразования упомянутого профиля.

Типоразмер профиля и параметры осадки во многом определяют возможность появления того или иного рода дефектов (потеря устойчивости полок, утонение угловых зон и др.) [3]. Зависимость появления этих дефектов от параметров оборудования, числа переходов, конфигурации калибров роликов и настроечных параметров технологического процесса предполагает построение математических моделей с целью оптимизации процесса профилирования. Применение математического моделирования процесса формообразования профиля позволяет сократить затраты на создание технологии.

Величина осадки задается шириной заготовки и конструкцией формующих роликов. Поэтому создание модели, позволяющей прогнозировать геометрию зоны изгиба, является весьма важной задачей для технологии в части назначения параметров заготовки и роликового калибра.

Разработка аналитических моделей процесса осадки осложняется тем, что необходимо решать задачу теории пластического течения с учетом перемещений материальных частиц при неопределенности задания условий на границе раздела прямолинейного и радиусного участков заготовки. Кроме того, при высвобождении угловых зон роликового калибра заранее невозможно прогнозировать кривизну свободных от нагрузки контуров зоны изгиба заготовки, в связи с чем, использование моделирования процесса осадки заготовки с помощью метода конечных элементов, безусловно, целесообразно. С этой целью в работе использовали программные продукты, как DEFORM 3D v 10.2 и «Компас v 13». Программа «Компас v 13» использована в качестве препроцессора, обработка результатов произведена встроенными средствами программы DEFORM. Моделирование процесса осадки профиля проводили на стали 08кп толщиной 2,0 мм.

Для характерних шагів изучали напружено-деформоване состояние в углової зоні. В качестве иллюстрації на рис. 4 представлені результати для проміжноточного шага нагрівання.

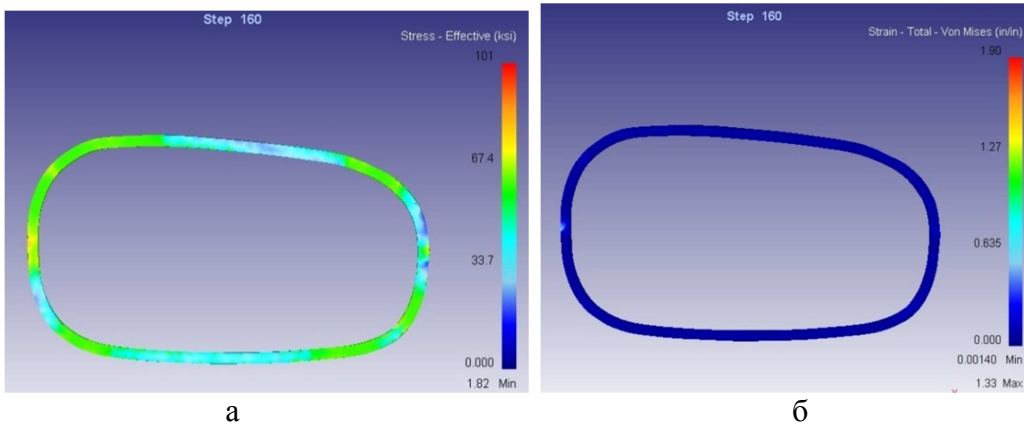


Рис. 4 – Модель 160-го шага нагрівання: а – напруження, б – деформація

Схема углових зон профіля представлена на рис. 5.

Результати моделювання, отражающие распределение суммарных деформаций в поверхностных слоях по всем технологическим переходам, представлены на рис. 6.

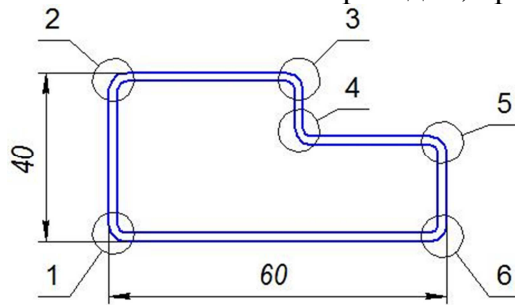


Рис. 5 – Схема углових зон профіля

Результаты, полученные моделированием, сопоставлены с результатами ранее выполненных с использованием метода сеток исследований [4]. Результаты представлены в табл.

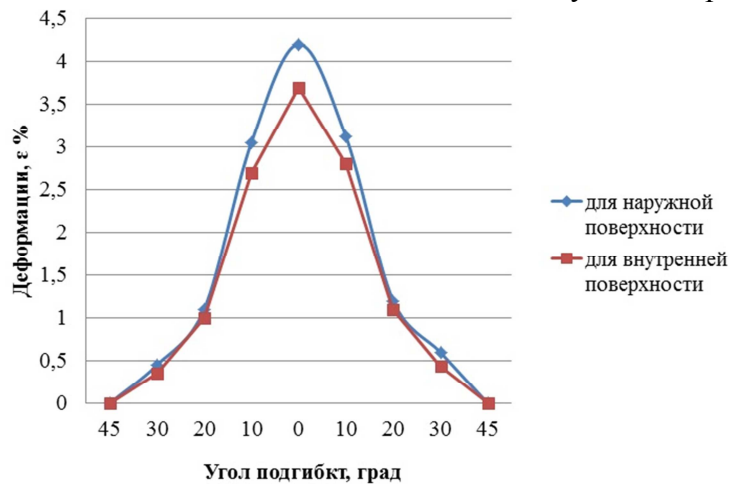


Рис. 6 – Суммарная деформация в поверхностных слоях по всем технологическим переходам

Таблиця – Сравнительный анализ поверхностных деформаций.

Угол подгибки	Поверхностные деформации на наружной поверхности, %	
	расчетные	экспериментальные
0°	4,23	3,78
10°	3,12	2,84
20°	1,13	1,02
30°	0,67	0,55
45°	0	0

Полученные расхождения не превышают 12% что позволяет рекомендовать моделирование в среде DEFORM для дальнейших исследований сложных технологических процессов профилирования.

Выводы. СГПЗС широко применяются в области складского и производственного оборудования.

В Украине отсутствует технология производства СГПЗС методом переформовки круглой трубной заготовки в прямоугольный профиль с желобом.

Параметры деформированного состояния металла при формовке СГПЗС осадкой определяли с помощью метода конечных элементов.

Полученные поверхностные деформации при формовке профилей с осадкой сопоставили с полученными экспериментальными данными. Расхождения значений деформаций не превышают 12%.

Установлено, что использование моделирования процесса осадки заготовки с помощью метода конечных элементов целесообразно при разработке сложных технологических процессов.

Список литературы. 1. www.ipris-profil.com. 2. Плеснецов Ю.О., Забара О.С., Коворотний Т.Л., Любімов М.С. Аналіз сучасного стану виробництва гнутих профілів замкнутого перетину. В сб. «Вестник Национального технического университета «ХПИ». Харьков, 2010, вып. №43, с. 146-157. 3. Докторов М.Е., Ахлестин В.Л., Кузьмис Э.В. и др. Исследование процесса формообразования замкнутых и полужамкнутых профилей. – В кн.: Разработка и исследование технологии производства гнутых профилей проката: Отрасл. сб. научн. тр. Харьков: УкрНИИМет, 1984, с. 28-34. 4. Пацєка И.Е., Горбач Е.Н., Самарин С.И., Темников Э.М. Технология изготовления замкнутых сварных профилей сложной конфигурации. – В кн.: Разработка и исследование технологии производства гнутых профилей проката: Отрасл. сб. научн. тр. Харьков: УкрНИИМет, 1986, с. 35-40.

Надійшла до редколегії 20.10.2012

УДК.621.771.63

Моделирование процесса формообразования специальных гнутых профилей замкнутого сечения / Забара А.С., Плеснецов Ю.А. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – №46(952). – С. 40-44. – Бібліогр.: 4 назв.

В роботі проведено моделювання процесу осідання заготовки за допомогою метода кінцевих елементів. Отримані поверхневі деформації зіставили з експериментально дослідженими. Зроблено висновок про доцільність моделювання процесу осідання заготовки з використанням методу кінцевих елементів.

Ключові слова: спеціальний гнутий профіль замкнутого перетину, моделювання, технологія, осаду труби.

The work carried out modeling of workpiece sedimentation using finite element method. Obtained surface deformations were compared with experimental studies. The conclusion about the feasibility of modeling the process of settling the workpiece using finite element method.

Keywords: closed section special bent profile, modeling, technology, sludge pipe.