

Л. А. ГУБАЧЕВА (Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СВЕРТКИ ЛИСТОВОЙ ЗАГОТОВКИ ВО ВТУЛКУ

Розглянуто моделювання процесу скручування після попереднього двохуглового згину заготовки у втулку. Зроблено вибір оптимальних розмірів заготовки, які забезпечують зачинення стику.

Рассмотрено моделирование процесса свертки, после предварительной двухугловой гибки, заготовки во втулку. Произведен выбор оптимальных размеров заготовки, обеспечивающих закрытие стыка.

The simulation of a rolling-up process after preliminary two-angle bending of the billet into a bushing is studied. A selection of optimum sizes for the billet, providing closing of a joint, has been made.

Материализация социальных достижений нашего общества невозможна без улучшения качества продукции и снижения ее себестоимости. Этим требованиям отвечают технологии, связанные с пластическим деформированием материалов. Одно из важных условий прогресса в машиностроении и других отраслях – широкое использование высокопроизводительных малоотходных процессов листовой и объемной штамповки.

Для изготовления деталей типа втулок широко используется холодная штамповка листовых заготовок. Однако операция свертки заготовки из толстолистового металла не достаточно полно рассматривается с точки зрения анализа пружинения заготовки после изгиба и оценки остаточных напряжений.

В работе [1] предложена технология изготовления втулки, которая включает три перехода:

- двухугловую П-образную гибку толстолистовой заготовки в виде прямоугольной карточки;
- свертку изогнутой толстолистовой заготовки во втулку;
- редуцирование свернутой втулки.

Проблемы, связанные с двухугловой гибкой, рассмотрены в работах [1–3]. Проблема редуцирования будет рассмотрена отдельно.

В данной статье ставятся задачи:

- проанализировать процесс свертки толстолистовой заготовки во втулку после двухугловой гибки;
- определить размеры заготовки, обеспечивающие закрытие стыка.

Рассмотрим моделирование процесса свертки после предварительной двухугловой гибки. Инструментарием для решения такой задачи выбран пакет прикладных программ MSC.MARC 2003,

при этом подготовка модели проведена в NASTRAN for Windows с последующим ее экспортом в MSC.MARC 2003 и написанием дополнительных модульных программ.

Указанный пакет предназначен для решения задач моделирования методом конечных элементов (МКЭ) физических процессов с существенной нелинейностью. Такая постановка задачи предполагает три существенные нелинейности [2–5]: большие пластические деформации, большие перемещения и наличие контактных зон с заранее неопределенной границей.

Задание геометрии деформируемого твердого тела, его механических характеристик, генерация сетки и выбор конечных элементов (КЭ) дискретизации, задание механических характеристик рассмотрено в работах [2–5].

Для моделирования процесса свертки заготовки во втулку (заготовка была оставлена в том же положении, в котором заканчивается деформация при двухугловой гибке), предложен штамп последовательного действия. На первой позиции осуществляется двухугловая гибка. На второй позиции осуществляется свертка.

На рис. 1 показаны все рабочие части комбинированного штампа в исходном положении. Рассматриваемый деформируемый объект имеет конечноэлементную сетку. Пуансон задается как жесткое тело с названием top. Для гибки задаются правая и левая части матрицы, которые имеют названия Right и Left. Для получения требуемой формы заготовки после деформации необходимо двухугловую гибку вести в штампе с прижимом средней части заготовки (Bottom). Для свертки используется штамп с двумя подвижными полуматрицами Right 2 и Left 2 и подвижная опора Bottom 2, для предотвращения выпучиванию заготовки на начальной фазе деформирования.

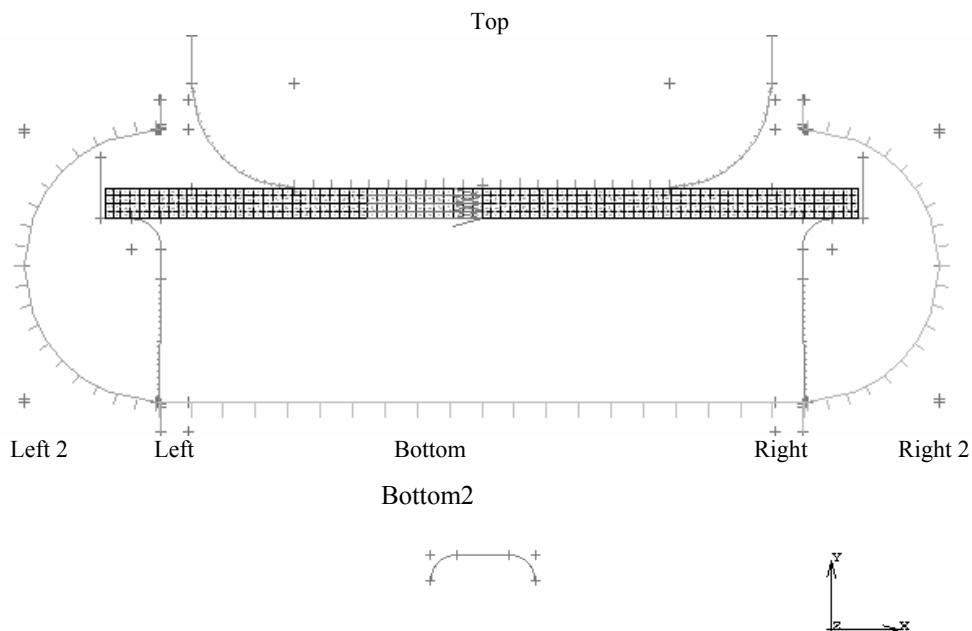


Рис. 1. Система рабочих частей комбинированного штампа для двухугловой гибки и свертки (условно совмещены на плоскости чертежа)

Процесс свертки и величины деформаций при работе трех штампов Left2, Right2 и Bottom2 показан на рис. 2. Предложенную методику исследования напряженно-деформированного состояния можно проиллюстрировать на примере выбора одного из трех типоразмеров заготовки 222×248; 222×249,5; 222×251,5 (мм), обеспечивающих закрытие стыка при толщине 10 мм. Материал заготовки – сталь 45.

На рис. 2 показаны упругие деформации после гибки, пластические и упругие деформации

после свертки заготовки в трубу. Слева на рис. 2 имеется полоска цветового соответствия деформаций и напряжений, максимальное значение которых соответствует верхнему числу и соответствующему цветовому изображению. Форма записи – числа с плавающей запятой.

Моделирование операции свертки было проведено для каждой ширины заготовки. Определено, что при ширине заготовки 251,5 мм при максимальном ходе штампов Left2 и Right2 края заготовки соприкасаются (рис. 3).

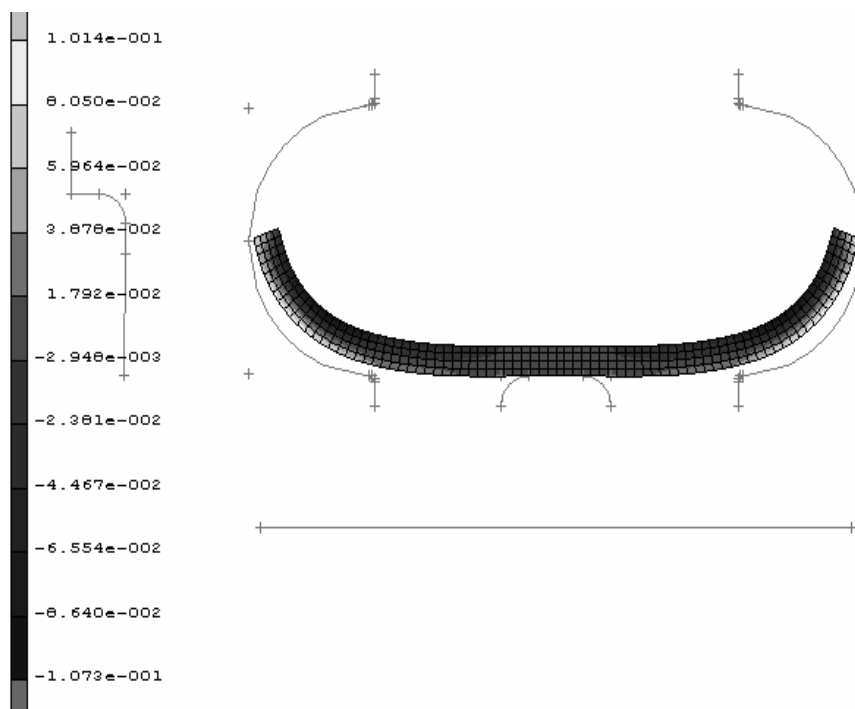


Рис. 2. Процесс деформирования при свертке заготовки во втулку (см. с. 172, 173)

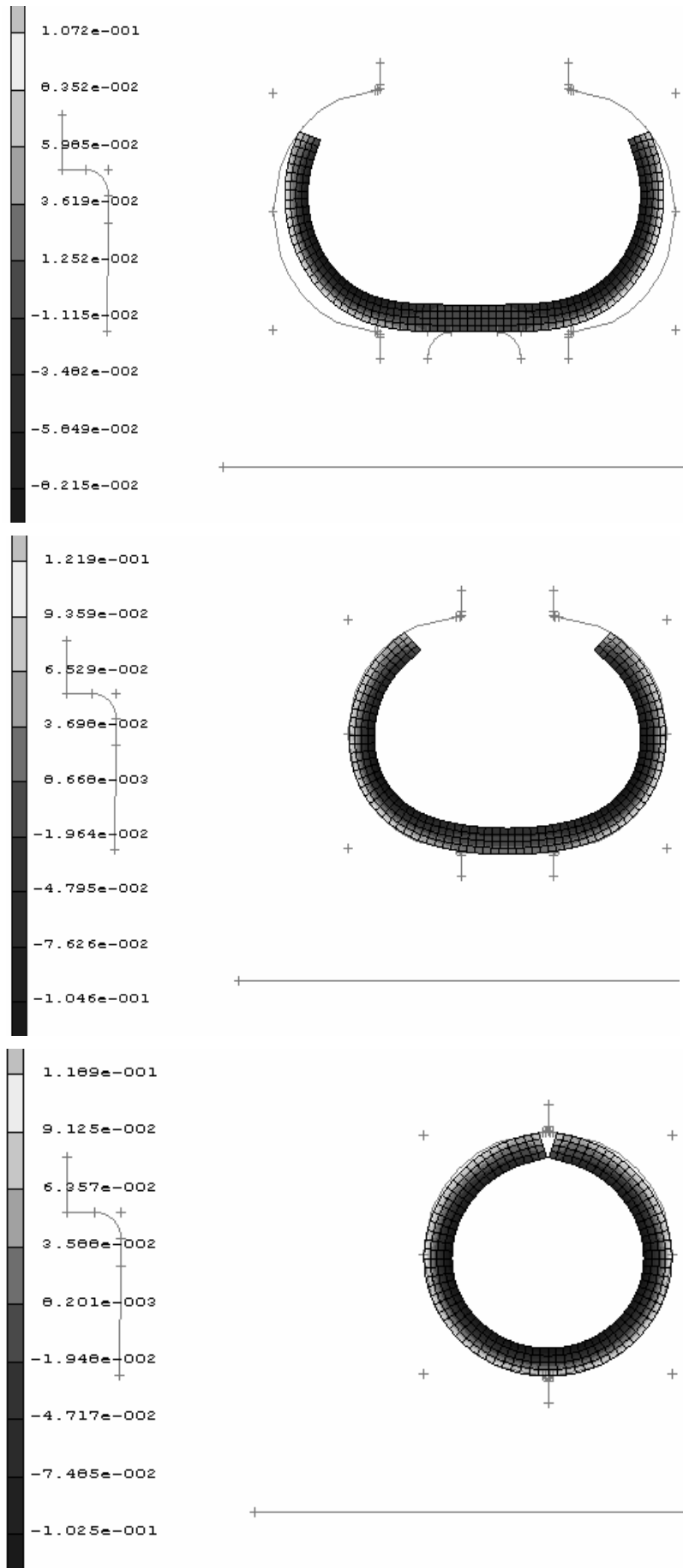


Рис. 2. Продолжение

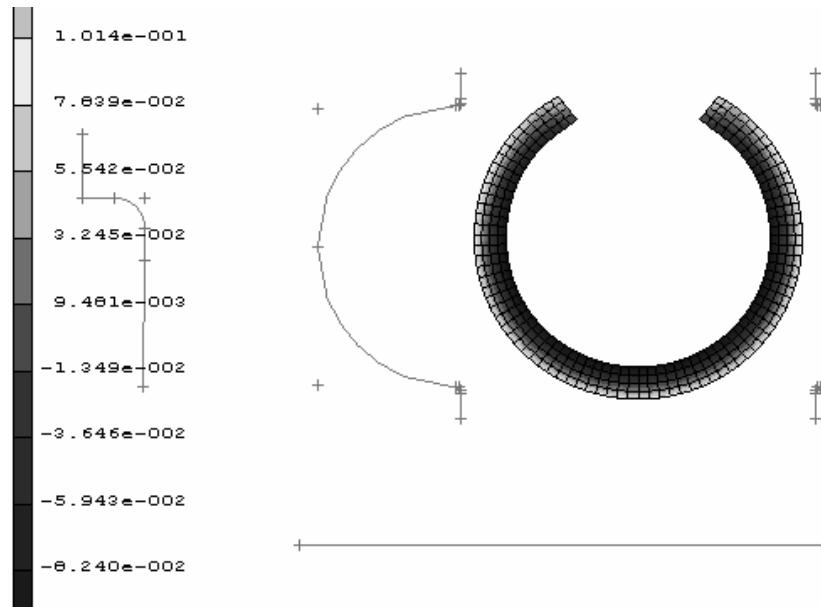


Рис. 2. Окончание

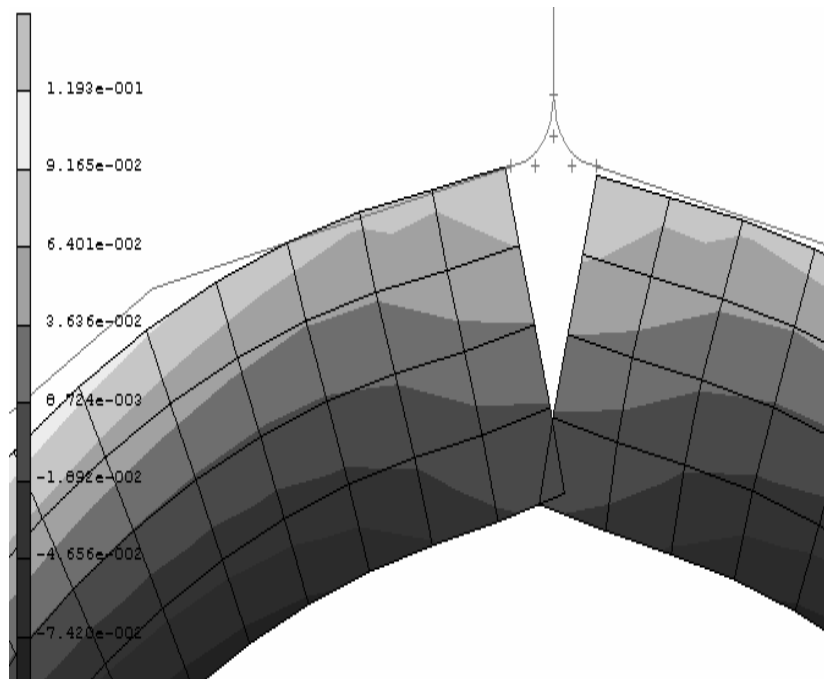


Рис. 3. Контакт краев заготовки при ширине 251,5 мм

Свертка во втулку является процессом упруго-пластической деформации. Поэтому по окончании свертки втулки упругая деформация приводит к пружинению, вследствие чего происходит значительное изменение размеров втулки по сравнению с размерами, заданными инструментом (см. рис. 2). Это следует иметь в виду при проектировании первого перехода (двухугловой гибки) и второго перехода (свертки).

Очевидно, что при двухугловой гибке заготовки уменьшение радиуса может положительно отразиться на пружинении втулки.

В результате моделирования были изменены переходы формовки и уточнена форма деформи-

рующего инструмента, позволившая обеспечить закрытие стыка, как это показано на рис. 4.



Рис. 4. Заготовка после свертки

Вывод

Разработана методика теоретического анализа формообразования цилиндрической трубы из плоской заготовки с помощью метода конечных элементов, позволяющая определять деформации, текущие (на каждом этапе деформирования) и остаточные напряжения. С ее помощью можно определить пружинение, обеспечивающее сохранение нулевого зазора в стыке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Євстратов В. О. Спосіб виготовлення заготовки втулки шпінтона / В. О. Євстратов, Л. О. Губачева, патент України № 3595, G01N19/02, опубл. 15.12.2004, бюл. № 12.
2. Губачева Л. А. Анализ силового режима процесса двухугловой гибки толстолистовой заготовки / Л. А. Губачева, А. В. Сладковский // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, – 2005. – № 11 (93). – С. 181–187.
3. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке. 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
4. Сладковский А. В. Решение задач механики железнодорожного транспорта с помощью МКЭ / А. В. Сладковский, М. Ситаж, Ю. Р. Мартыненко. – Д.: Новая идеология, 2002. – 220 с.
5. Сладковский А. Контактное взаимодействие колес и рельсов. – Луганск: Русь, 2005. – 189 с.

Поступила в редколлегию 02.02.2006.