

УДК 620.191.312

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИБКИ ТРУБ БОЛЬШОЙ ДЛИНЫ МЕТОДОМ НАМОТКИ

Михаил Александрович Захаров

Студент 6 курса

Кафедра «Технологии обработки металлов давлением»

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель: А. В. Власов,

доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии обработки металлов давлением»

Введение

Широкое распространение при гибки труб диаметром 10-426 мм нашли применение станки, работающие способом наматывания. При наматывании нейтральная ось трубы приближается к сжатым волокнам. В результате такого смещения нейтральной оси стенка трубы хотя и утоняется в большей степени, чем при обкатке, но при этом уменьшается сжатие волокон внутренней частигиба и соответственно уменьшается возможность потери устойчивости и образования гофр. На станках можно гнуть трубы с гибом в разных плоскостях, если изогнутые участки соединяются прямым участком (прямой участок обычно равен не менее 1,5 наружного диаметра трубы). Возможна также гибка труб в разных плоскостях, без наличия прямых участков между погибами, но для этого необходима специальная оснастка.

Гибка наматыванием является на сегодняшний день самым точным способом, поскольку характеризуется фиксированным радиусом гибки и точно задаваемым угломгиба. Главной задачей данной операции является сохранение формы и площади поперечного сечения трубы в изогнутом участке.

Гибка труб наматыванием применяется во всех отраслях машиностроения, в производстве мебели на металлокаркасе, товаров народного потребления, имеющих конструктивные элементы из труб, и в других отраслях промышленности, в том числе оборонно-космической.

В данной работе рассматривается гибка труб большой длины (3-5 метров) методом намотки. Основными проблемами для данного случая являются потеря устойчивости и, как следствие, образование гофр, а также овальность формы.

Цель исследования состояла в поиске способов устранения гофр, а также сведения деформации формы (овальности) к минимуму.

Постановка задачи

Основными проблемами при изготовлении гнутых труб большой длины (от 3000 до 5000 мм) методом намотки являются потеря устойчивости и, как следствие, образование гофр, а также овальность формы.

Для осуществления процесса деформации труба зажимается между гибочным роликом и специальным прижимом и наматывается на ролик за счет его вращательного движения. Ролик имеет вырез (рабочий ручей), точно соответствующий внешнему диаметру трубы (рис. 1), что позволяет предотвратить смятие заготовки.

Для проведения моделирования необходимо обеспечить одновременное движение заготовки, инструмента, а также прижим трубы к прямолинейной части гибочного ролика, при этом ползун должен поддерживать заготовку на протяжении всего процесса деформации.

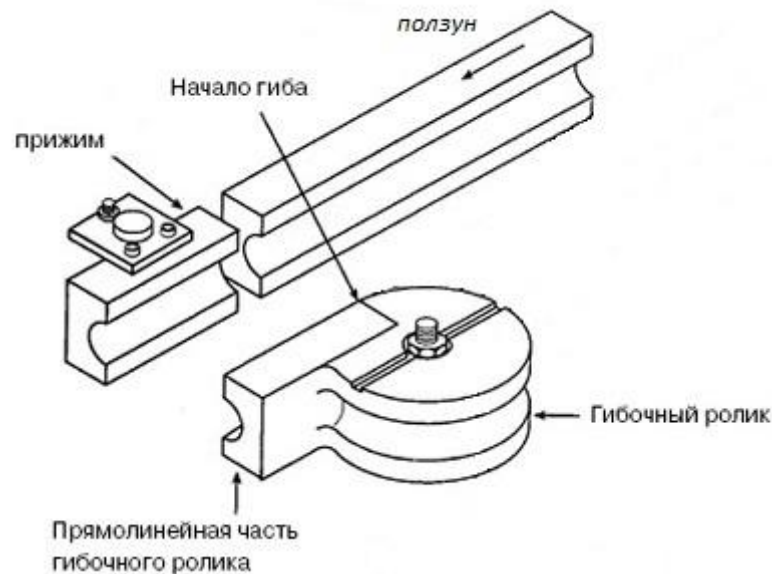


Рис. 1. Схема позиционирования оснастки

Для проведения моделирования гибки трубы был использован программный комплекс DEFORM.

Моделирование процесса гибки трубы намоткой

Важнейшую роль в точности решения при использовании метода конечных элементов играет качество сетки КЭ. При разбиении трубной заготовки стандартными средствами программного комплекса DEFORM для качественного описания требовалось слишком большое количество элементов, в противном случае (см. рис. 2) сетка некорректно описывала геометрию заготовки. Используя вытягивание сетки из двумерного контура, удалось создать качественную сетку с минимальным количеством конечных элементов и уменьшить время моделирования процесса (рис. 2).

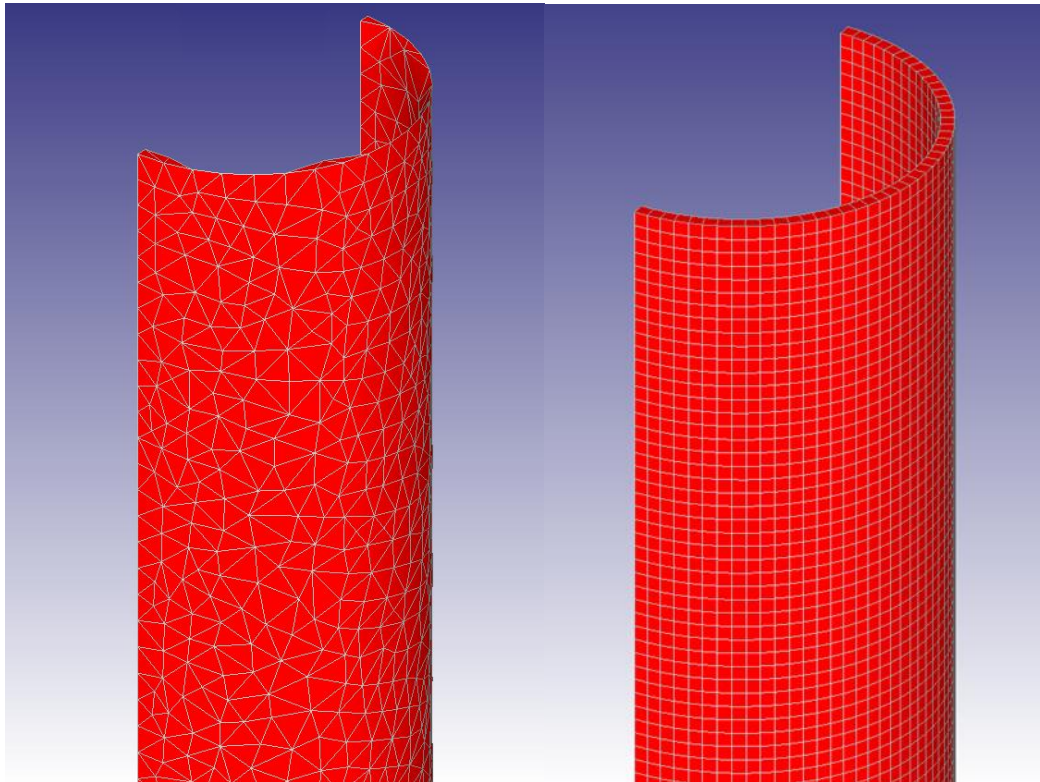


Рис. 2. Построение сетки конечных элементов на заготовке

Принято допущение, что проскальзывание трубы относительно прижима отсутствует, что позволило упростить модель. Часть трубы внутри прижима считали жестко связанной с роликом по внешней поверхности. С этой целью модели ролика и прижима были изменены на ролик с вырезом и вставку. Вставка представляет собой прямоугольный параллелепипед со сквозным отверстием диаметра трубы. Данное изменение в модели необходимо для возможности использовать функцию “Sticking condition”, которая позволяет «склеивать» элементы, что позволит имитировать прижим трубы к ролику (рис. 3).

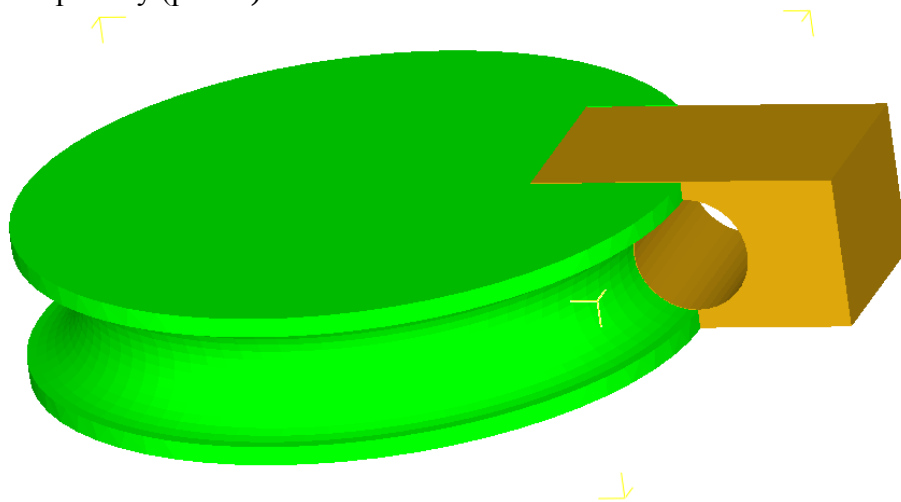


Рис. 3. Модель ролика с прижимом

Модели ползуна и каретки подачи были объединены. Для моделирования постоянной поддержки трубы длина опорной колодки была принята равной длине трубы, а каретка подачи – в виде толкателя на конце опорной колодки (рис. 4).

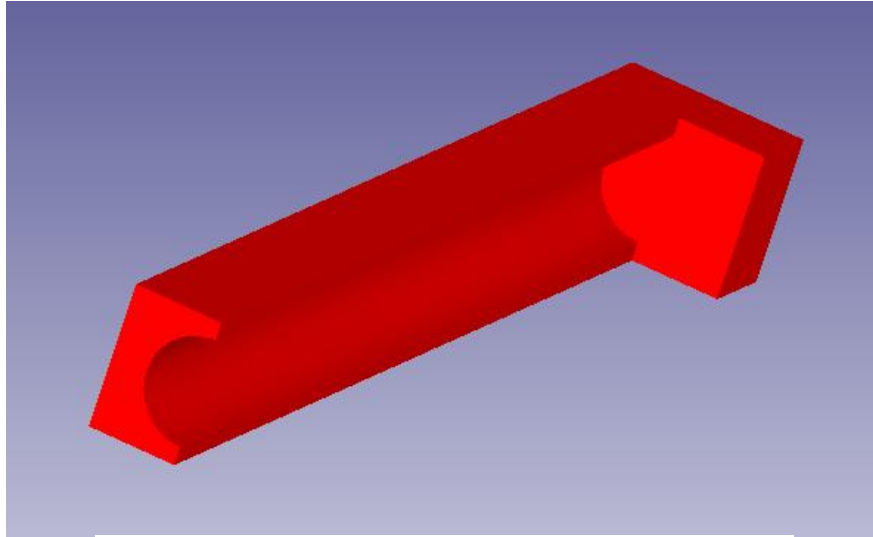


Рис. 4. Объединенная модель ползуна и каретки подачи

На первом этапе исследования производилось моделирование гибки трубы на разный радиусгиба, для определения условий дальнейшего исследования. В качестве исследуемых радиусов были взяты три размера: 140, 170 и 200 мм.

В результате исследования получено:

- При радиусегиба 140 мм (рис. 5) получаем складку на месте изгиба трубы (3,2 мм), а также сильную овальность (разность габаритных размеров в поперечном сечении превышала 5 мм)

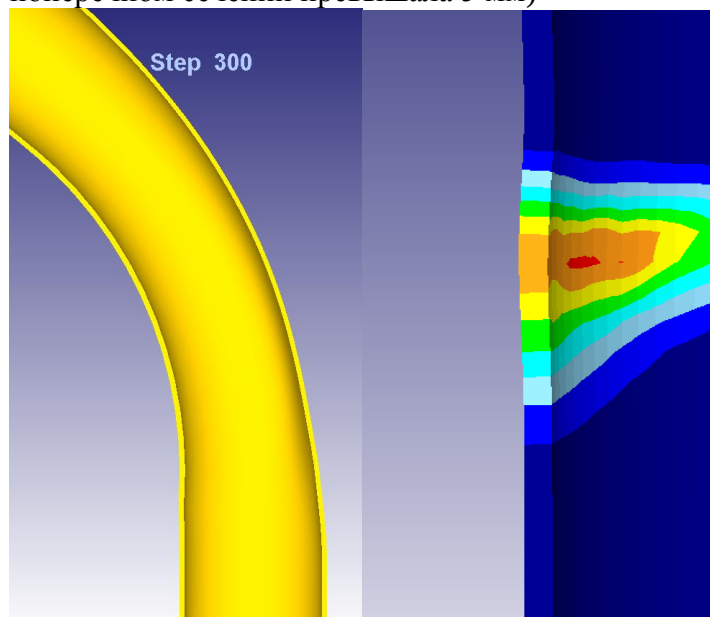


Рис. 5. Радиусгиба трубы 140 мм

- При радиусегиба 170 мм (рис. 6) величина складки уменьшается (1,2 мм), овальность также меньше (разница 3-4 мм)

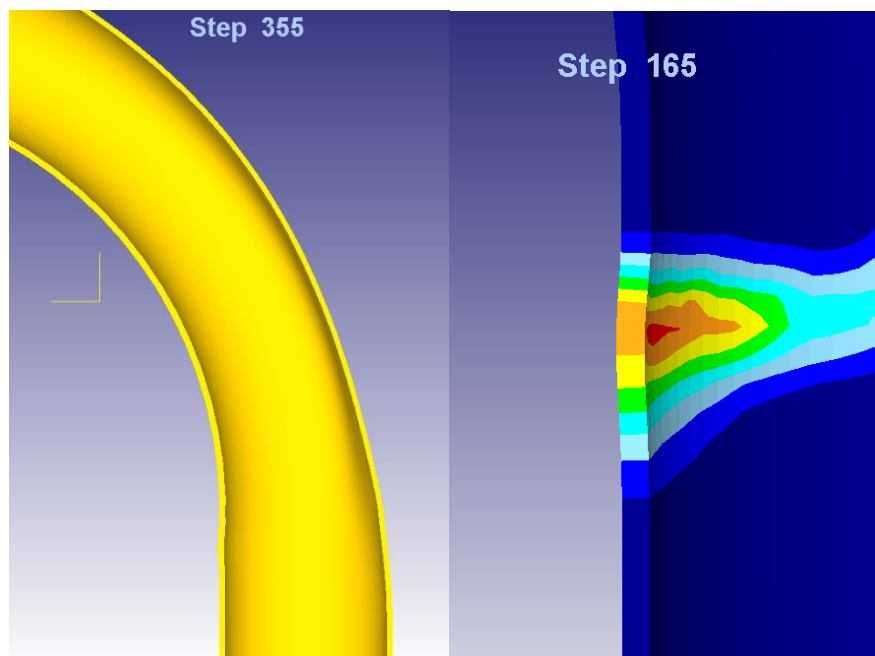


Рис. 6. Радиусгиба трубы 170 мм

- При радиусегиба 200 мм (рис. 7) получаем наименьшую по величине складку (менее 1 мм), овальность также меньше (разница 1-2 мм)

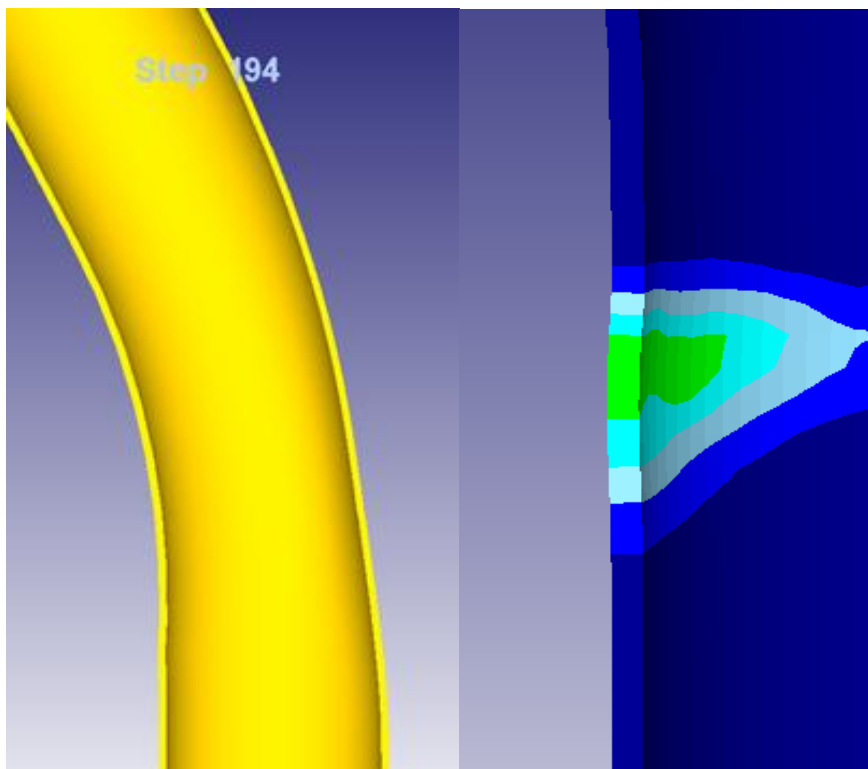


Рис. 7. Радиусгиба трубы 200 мм

Учитывая полученные результаты было решено для дальнейшего исследования принять радиусгиба 170 мм.

Каретка подачи трубогибочных станков может менять скорость подачи, таким образом мы можем добиваться разницы между скоростями подачи заготовки и вращения ролика и влиять на качество изделия. В данном исследовании изменялась скорость каретки подачи для уменьшения деформации формы. Номинальные показатели скоростей подачи и вращения ролика равны 10 мм/с и 0.059 рад/с соответственно.

При увеличении скорости подачи до 12 мм/с (угловая скорость ролика оставалась неизменной, т.о. реализовывалась принудительное «заталкивание» трубы) деформация формы минимальна, однако образуются значительные складки, что является недопустимым, т.к. это явление является окончательным браком (рис. 8).

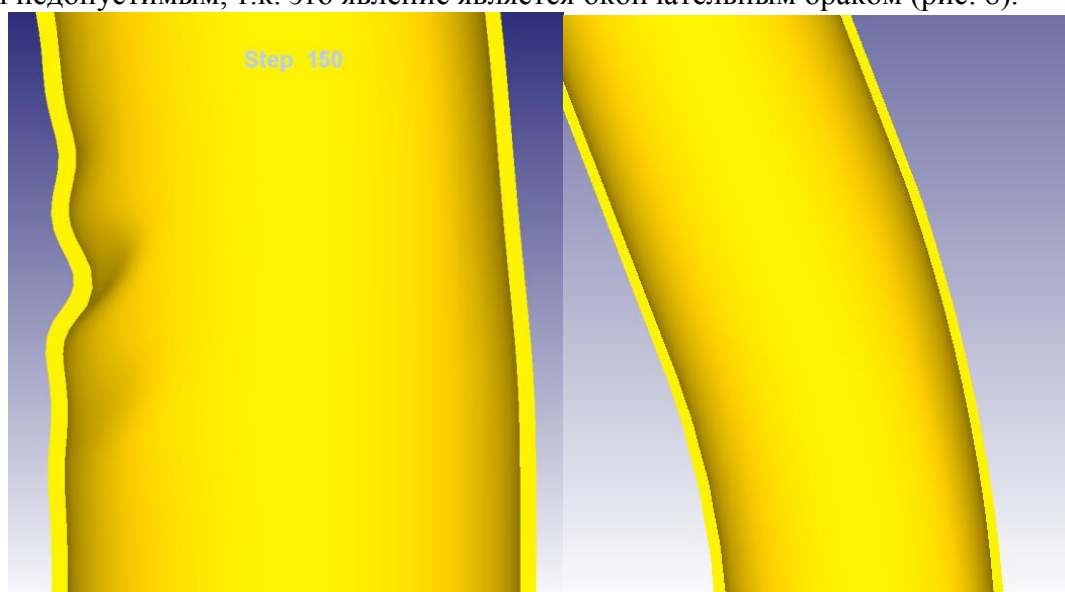


Рис. 8. Скорости подачи заготовки 12 мм/с

При скорости 11 мм/с (рис. 9) появляется деформации формы трубы (небольшая овальность 1-2 мм), однако образование гофр намного меньше (1,5 мм).

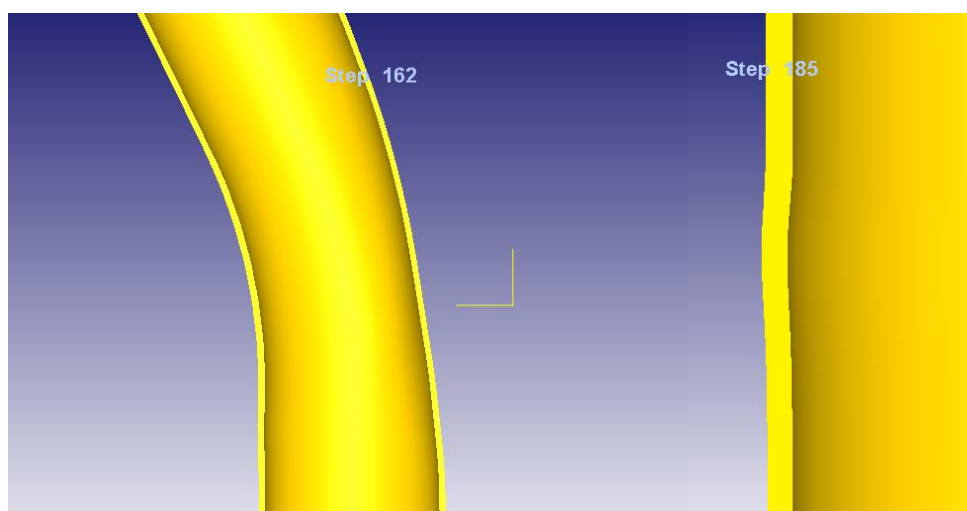


Рис. 9. Скорость подачи заготовки 11 мм/с

При скорости 10.5 мм/с (рис. 10) образование гофр незначительно (менее 0.5 мм), при этом овальность формы остается такой же, что и при равных скоростях.

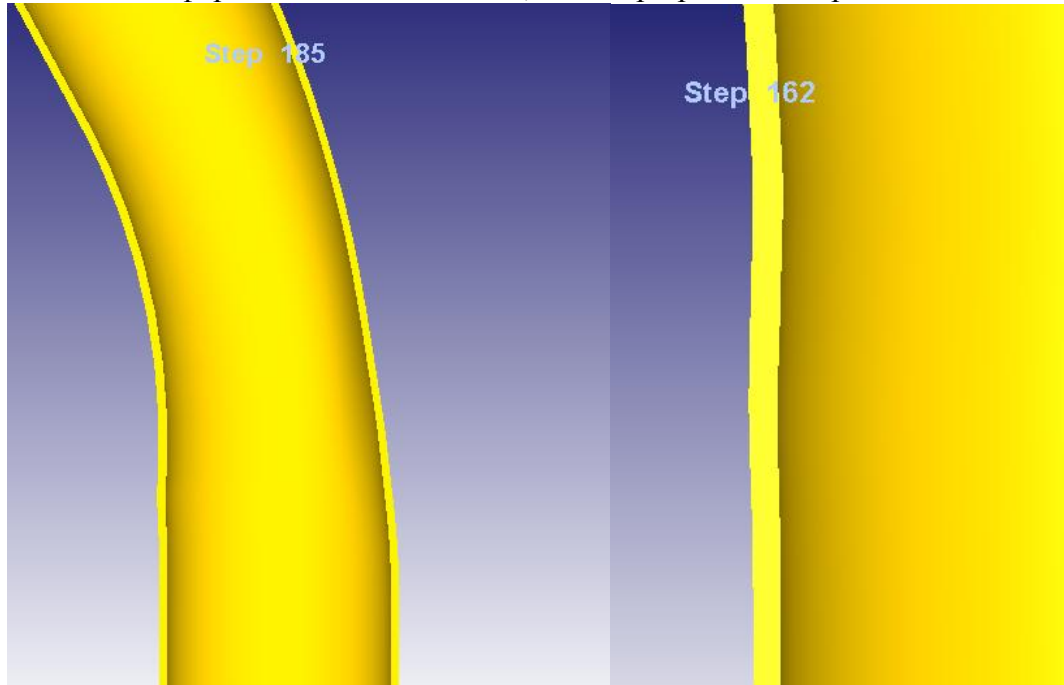


Рис. 10. Скорость подачи заготовки 10,5 мм/с

Таким образом, по результатам данного исследования выявлена зависимость: чем больше скорость каретки подачи, тем меньше овальность и сильнее складкообразование, и при разных требованиях к изделиям можно варьировать данным параметром для достижения необходимого результата.

Для уменьшения овальности трубы возможно использование дорнов. В данном случае можно использовать стандартную оправку, так называемой, ложкообразной формы (рис. 11). Данный вид дорна применяется для гибки труб диаметром до 75 мм и представляет собой повторенный контур изогнутой трубы.

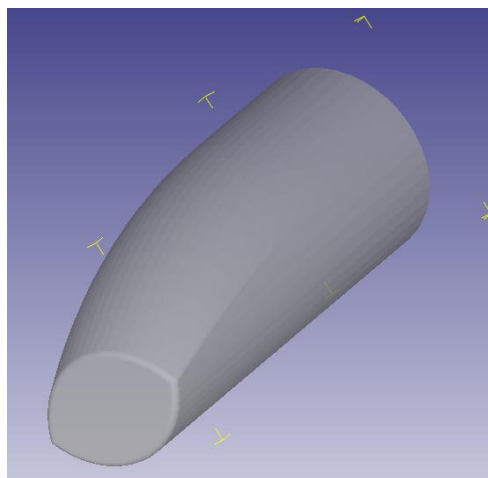


Рис. 11. Дорн ложкообразной формы

Зазор между трубой и дорном был принят 1 мм [1].

При деформировании с дорном овальность трубы практически отсутствует (менее 0,5 мм), при этом величина складки не меняется по сравнению с предыдущими исследованиями (рис. 12).

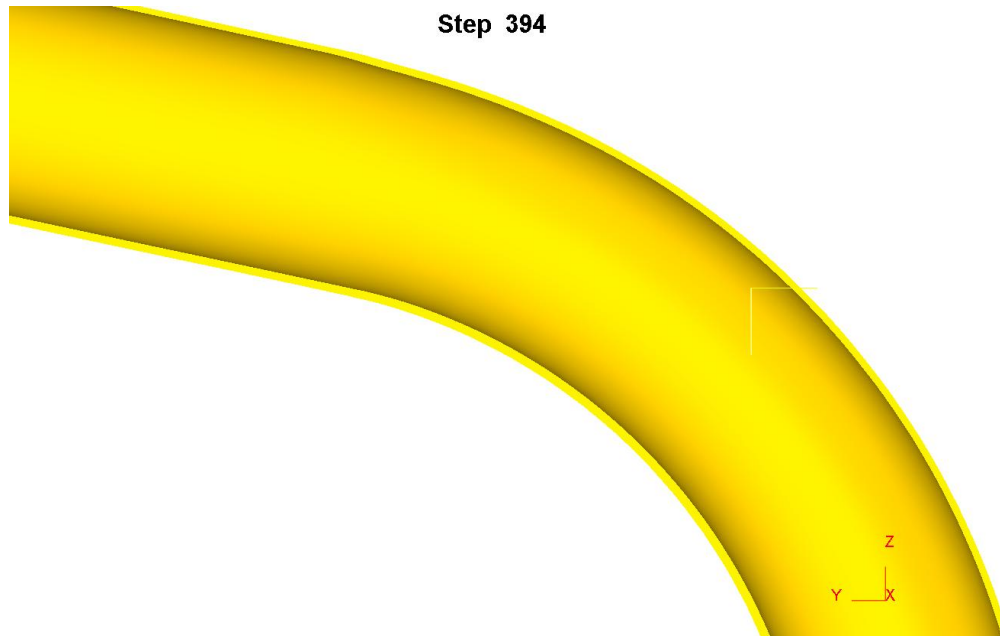


Рис. 12. Процесс деформирования с дорном

Заключение

В ходе исследования был найден минимальный радиусгиба трубы при котором величина дефектов не выходит за рамки допусков, была исследована зависимость величины складкообразования от скорости подачи каретки, а также рассмотрена возможность использования дорна для уменьшения деформации формы, однако оправку рассмотренного типа можно использовать для труб диаметром не более 75 мм.

Литература

1. Ковка и штамповка: Справочник: В 4 т. Т. 4 Листовая штамповка/ под ред. А. Д. Матвеева – М.: Машиностроение, 1985-1987. – 544 с.