

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЛИСТОВОЙ ЗАГОТОВКИ В ПРОЦЕССЕ ГИБКИ

*Бурков П.В., Волосатова Т.М., Князева С.В.*

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет), г.Москва*

**Ключевые слова:** обработка материала давлением, упруго-пластическая деформация, система автоматизированного проектирования.

**Аннотация.** Использование современных систем автоматизированного проектирования позволяет технологам снизить временные и материальные затраты на создание новых или модернизацию уже существующих изделий, повысить эффективность и качество технологического процесса. В статье изложен подход к моделированию процесса гибки листовой заготовки с использованием приложений САПР Siemens NX.

## SHEET METAL PLASTIC DEFORMATION SIMULATION DURING ITS BENDING

*Burkov P.V., Volosatova T.M., Knyazeva S.V.*

*Bauman Moscow State Technical University, Moscow*

**Keywords:** material pressure treatment, plastic deformation, computer-aided design system.

**Abstract.** Modern computer-aided design system using allows technologists to reduce time and material costs of creating new or upgrading existing products and increase the efficiency and quality of the technological process. In the article it is proposed simulation approach of sheet metal bending process using applications of Siemens NX CAD system.

Обработка материала давлением (ОМД) – это технологический процесс получения заготовки или детали с помощью силового воздействия инструмента на исходную заготовку или полупрокат из пластичного материала. Данный процесс относится к малоотходной технологии производства, т.к. при получении из исходной заготовки детали более сложной формы, объём остаётся неизменным. ОМД широко используется во многих областях промышленности, таких как: машиностроение, авиастроение, судостроение, вагоностроение и многих других [1]. В зависимости от типа производства, материала, надёжности, формы и размеров изделий, обработка давления делится на прокатку, гибку, прессование, волочение, ковку, штамповку [2].

Целью проведенных работ является моделирование процесса гибки и разработка модели деформации листовой заготовки, используемой в профилегибочном производстве для анализа статических и динамических процессов, протекающих при деформировании упруго-пластических материалов.

Упрощенная модель листогибочного станка построена в соответствии с размерами гидравлического трехвалкового станка W11.AA25.90x3000 с возможностью гибки листа шириной до 3000 мм. Данный станок предназначен для сгибания металлических листов в цилиндрические, конические и другие конструкции.

Геометрические модели прокатного листа и листогибочного станка, включающего в себя прижимной и опорные валки, были созданы в приложении Modeling Siemens NX.

Полученная сборка является мастер-моделью, которая поддерживает параллельную разработку в различных приложениях NX. Данные приложения ассоциативно связаны с геометрией мастер-модели, т.е. при изменении мастер-модели все детали обновляются [3].

Для проведения инженерного анализа на базе метода конечных элементов (МКЭ) было использовано приложение NX Advanced Simulation в рамках единой среды проектирования NX [4]. Обладая набором специализируемых инструментов, приложение позволяет адаптировать конструкторскую САД-геометрию для выполнения конечно-элементного анализа. Оно включает в себя широкий набор инструментов для пре- и пост-процессорной обработки моделей, поддерживает основные решатели для проведения мультифизических расчётов [5].

В работе сформулированы основные этапы подготовки и расчета элементов трехвалкового листогиба.

1. Подготовка геометрической модели элементов и сборки.
2. Создание идеализированной модели сборки.
3. Создание дискретной модели.
4. Назначение материалов.
5. Настройка параметров решения и выполнение выбранного типа анализа.
6. Просмотр и анализ результатов.

В процессе разработки и исследования модели гидравлического трехвалкового станка было выполнено три эксперимента:

1. Учитывается прижим только верхнего валка вниз относительно оси Y и поворот нижних валков вокруг оси X по часовой стрелке (рис. 1). Полученные нелинейные и пластические деформации представлены на рисунке 2.

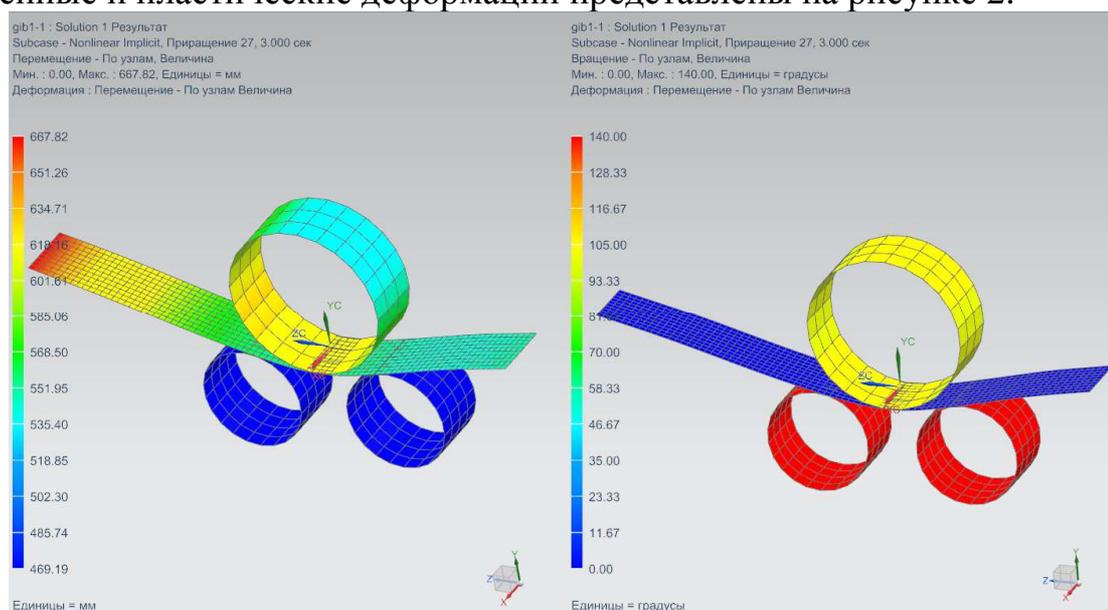


Рис. 1. Перемещение и вращение по узлам для  $t = 3$  с

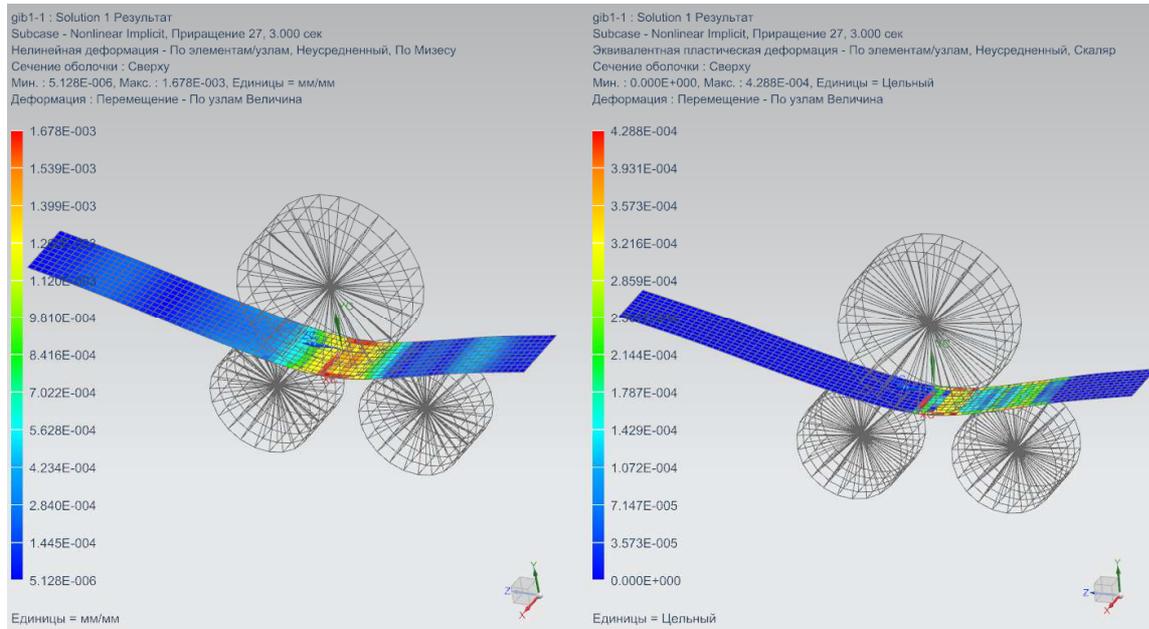


Рис. 2. Нелинейные и пластические деформации для  $t = 3$  с

2. Учитывается прижим верхнего валка вниз относительно оси  $Y$ , правого нижнего валка вверх относительно оси  $Y$  и поворот нижних валков вокруг оси  $X$  по часовой стрелке. Полученные нелинейные и пластические деформации представлены на рисунке 3.

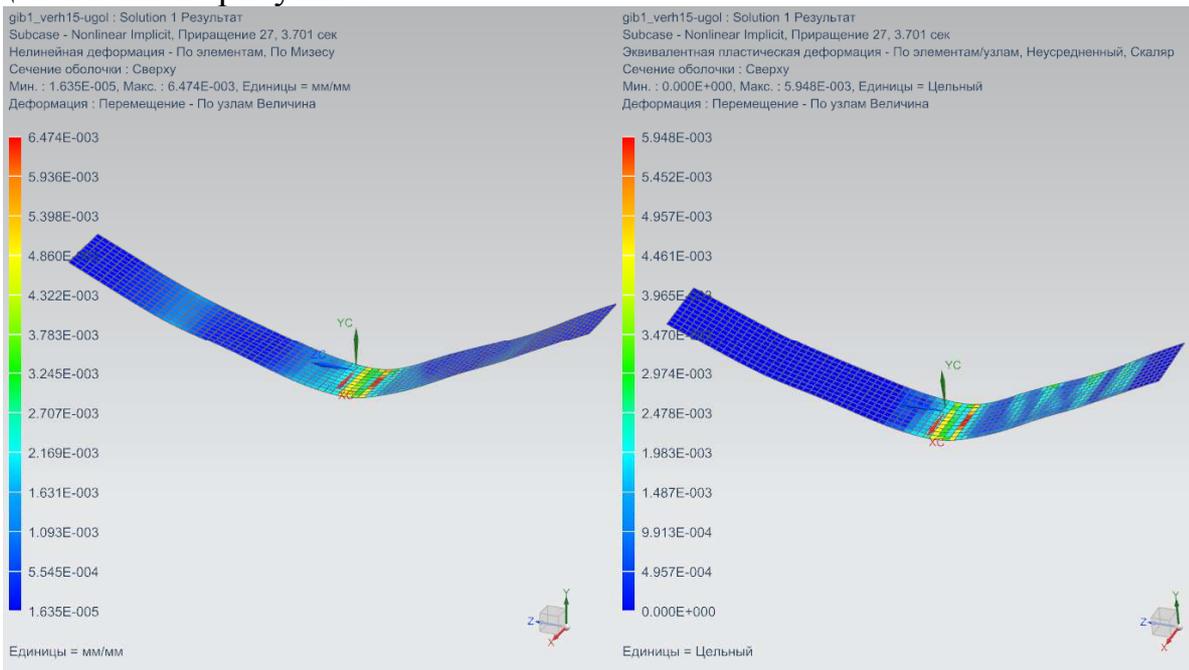


Рис. 3. Нелинейные и пластические деформации для  $t = 3.7$  с

3. Учитывается прижим верхнего валка вниз относительно оси  $Y$ , правого нижнего валка вверх относительно оси  $Y$ , поворот нижних валков вокруг оси  $X$  по часовой стрелке, прижим левого нижнего валка вверх относительно оси  $Y$  и поворот нижних валков вокруг оси  $X$  против часовой стрелки. В последнем эксперименте моделируется реверсивное движение листа-заготовки (рис. 4). Полученные нелинейные и пластические деформации представлены на рисунке 5.

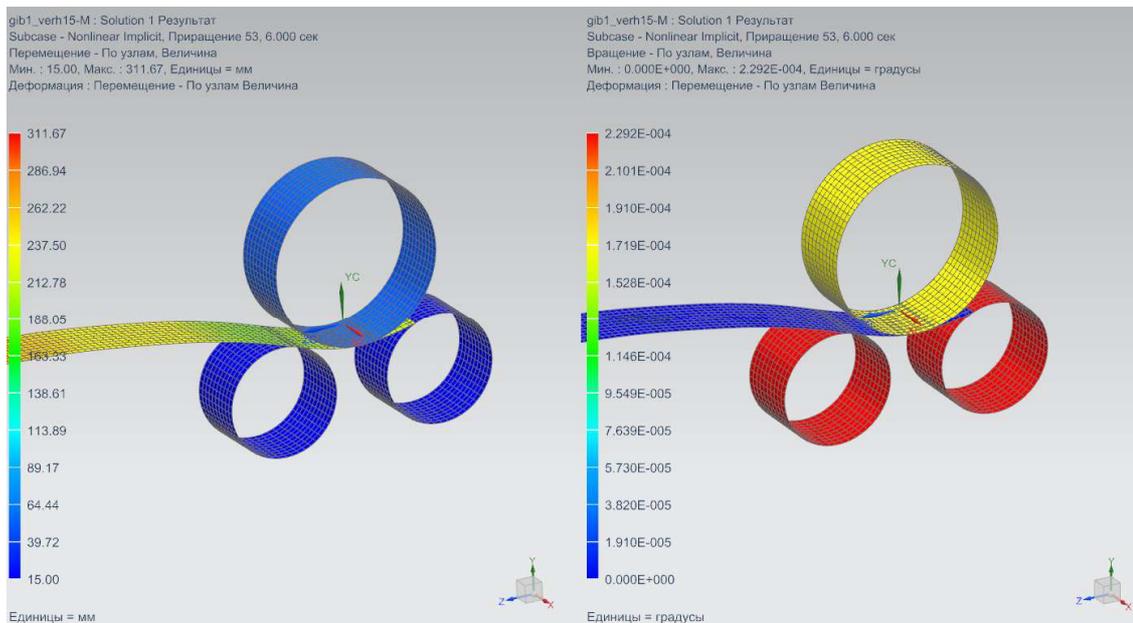


Рис. 4. Перемещение и вращение по узлам для  $t = 6$  с

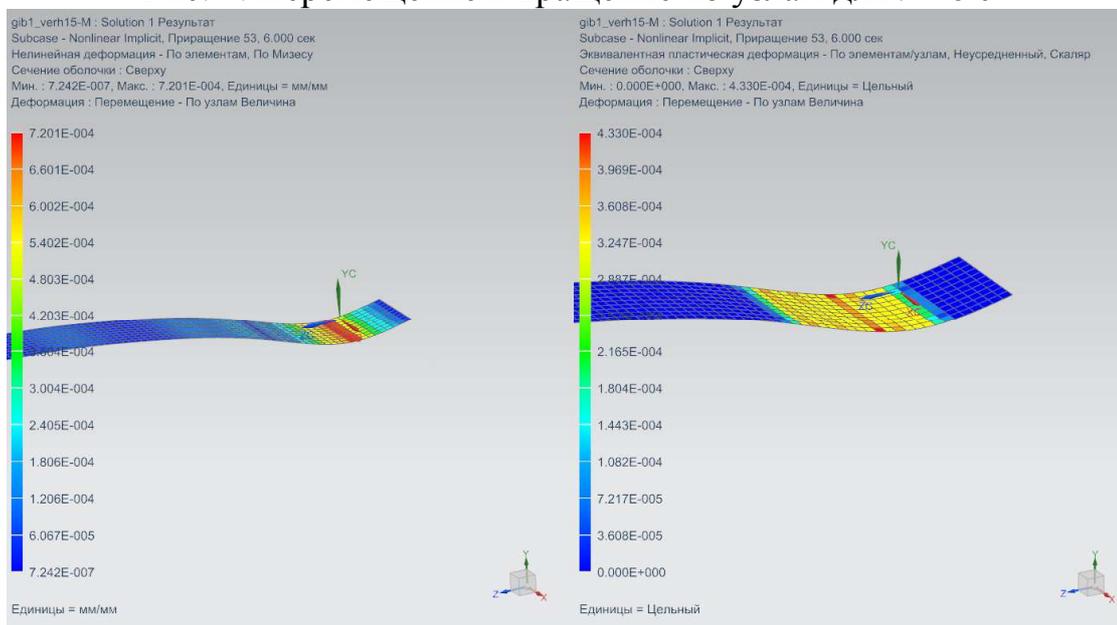


Рис. 5. Нелинейные и пластические деформации для  $t = 6$  с

В ходе проведённых экспериментов были выявлены особенности поведения листовой заготовки при разных положениях правого края заготовки относительно нижнего правого вала. Если край не доходил до линии пересечения плоскости  $YOX$  с правым валком, то наблюдалось «зажевывание» листовой заготовки. Поэтому заготовку следует помещать с некоторым смещением относительно данной линии (рис. 6).

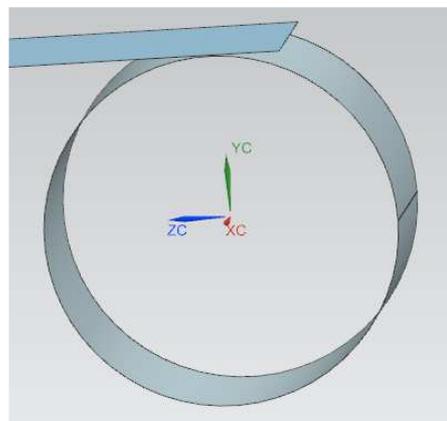


Рис. 6. Расположение листовой заготовки относительно правого нижнего вала

### **Список литературы**

1. Иванов К.М., Юргенсон Э.Е., Холодная штамповка : справочник / общ. ред. Григорьев Л.Л. – СПб.: Политехника, 2009. – 665 с.
2. Дальский А.М., Барсукова Т.М., Кременский И.Г. и др., Технология конструкционных материалов: учебник для вузов / общ. ред. Дальский А.М. – 6-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 2005. – 592 с.
3. Берлинер Э.М., Таратынов О.В. САПР в машиностроении. – М.: Форум, 2008. – 447 с.
4. Гончаров П.С., Артамонов И.А., Халитов Т.Ф., Денисихин С.В., Сотник Д.Е. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 504 с.
5. Гончаров П.С., Артамонов И.А., Халитов Т.Ф., Денисихин С.В., Сотник Д.Е., NX Advanced Simulation. Практическое пособие. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 112 с.

### Сведения об авторах:

*Бурков Павел Викторович* – аспирант, МГТУ им. Н.Э.Баумана, г.Москва;

*Волосатова Тамара Михайловна* – к.т.н., доцент, доцент, МГТУ им. Н.Э.Баумана, г.Москва;

*Князева Светлана Вадимовна* – магистрант, МГТУ им. Н.Э.Баумана, г.Москва.